



TUGAS AKHIR TF091381

**PENGENDALIAN KEBISINGAN ANTAR RUANG
BERDASARKAN *TRANSMISSION LOSS* DAN
FLANKING
STUDI KASUS LABORATORIUM KOMPUTER DAN
RUANG BACA**

**Akhmad Holis
NRP. 2409 100 018**

**Dosen Pembimbing
Andi Rahmadiansah, ST, MT.**

**JURUSAN TEKNIK FISIKA
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2014**



FINAL PROJECT TF091381

**NOISE CONTROL BEETWEEN TWO ROOMS BASED
ON TRANSMISSION LOSS AND FLANKING
CASE STUDY AT COMPUTER LABORATORY AND
LIBRARY**

**Akhmad Holis
NRP. 2409 100 018**

**Supervisor
Andi Rahmadiansah, ST, MT.**

**DEPARTEMENT OF ENGINEERING PHYSICS
Faculty of Industrial Technology
Sepuluh Nopember Institut Of Technology
Surabaya 2014**

LEMBAR PENGESAHAN
PENGENDALIAN KEBISINGAN ANTAR
RUANG BERDASARKAN *TRANSMISSION LOSS*
DAN *FLANKING*
STUDI KASUS LABORATORIUM
KOMPUTER DAN RUANG BACA

TUGAS AKHIR

Oleh:

Akhmad Holis
NRP : 2409 100 018

Surabaya, Januari 2014

Mengetahui,
Pembimbing



Andi Rahmadiansah, ST, MT.
NIP 19790517 200312 1 002



Ketua Jurusan
Teknik Fisika FTI-ITS

Dr. Ir. Totok Soehartanto, DEA
NIP : 19650309 19902 1 001



**PENGENDALIAN KEBISINGAN ANTAR RUANG
BERDASARKAN *TRANSMISSION LOSS* DAN
FLANKING
STUDI KASUS LABORATORIUM KOMPUTER DAN
RUANG BACA**





TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Bidang Studi Rekayasa Akustik dan Fisika Bangunan
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Fisika
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

AKHMAD HOLIS
NRP : 2409 100 018

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir:

1. Andi Rahmadiansah, ST, MT.  (Pembimbing)
2. Ir. Tutug Dhanardono, MT.  (Ketua Tim Penguji)
3. Dr. Dhany Arifianto, ST.MEng  (Penguji 1)
4. Ir. Wiratno Argo Asmoro, MSc.  (Penguji 2)
5. Ir. Jerri Susatio, MT.  (Penguji 3)

SURABAYA
Januari 2014



**PENGENDALIAN KEBISINGAN ANTAR RUANG
BERDASARKAN *TRANSMISSION LOSS* DAN
FLANKING
STUDI KASUS LABORATORIUM KOMPUTER DAN
RUANG BACA**

Nama Mahasiswa : Akhmad Holis
NRP : 2409100018
Jurusan : Teknik Fisika FTI – ITS
Dosen Pembimbing : Andi Rahmadiansah, ST, MT

Abstrak

Ruang baca merupakan salah satu tempat yang membutuhkan ketenangan dan kenyamanan supaya para pembaca yang sedang melakukan aktivitasnya tidak merasa terganggu. Salah satu faktor kenyamanan pada ruang baca (studi kasus di Jurusan Teknik Fisika FTI-ITS) adalah dari segi akustik yakni tingkat kebisingan pada ruangan tersebut yang mana sebagian besar bersumber dari laboratorium komputer. Padatnya aktivitas di laboratorium komputer menjadi salah satu sumber bising pada ruang baca yang mana bising tersebut menjalar dari laboratorium komputer ke ruang baca melalui dinding partisi yang menghubungkan kedua ruangan. Penelitian dilakukan dengan cara pengambilan data tingkat tekanan bunyi pada kedua ruangan tersebut. Setiap ruangan memiliki 6 titik pengukuran yang berjarak 1m dari dinding partisi. Pengukuran menggunakan SLM SOLO untuk mendapatkan tingkat tekanan bunyi pada setiap titik pengukuran yang mana setiap titik memiliki jarak 2m antar titik kecuali dua titik yang berdekatan dengan dinding luar bagian selatan dan utara. Dari hasil pengukuran didapatkan bahwa nilai noise reduction dari dinding partisi yang terbuat dari plywood tersebut cukup kecil sehingga sebagian besar bising dari laboratorium komputer tembus ke dalam ruang baca. Untuk mengurangi bising yang terjadi maka dilakukan perancangan dinding partisi double panel homogen menggunakan material fiber cement board dan gypsum board

dengan variasi ketebalan dan jarak (cavity) antar panel. Hasil dari perancangan dinding partisi yang paling baik adalah gypsum board 25mm dimana rancangan tersebut memiliki nilai insulasi tunggal ($D_{nTw} + C_{tr}$) sebesar 36.2 dB. Sedangkan untuk kontribusi aspek flanking terhadap bising yang terjadi dapat dikatagorikan cukup tinggi yakni maksimal 14.9 dB pada frekuensi 800 Hz dan pada frekuensi 160 Hz.

Kata Kunci—Bising, Transmission Loss, Dinding Partisi, Flanking Noise.

**NOISE CONTROL BEETWEEN TWO ROOMS BASED
ON TRANSMISSION LOSS AND FLANKING
CASE STUDY AT COMPUTER LABORATORY AND
LIBRARY**

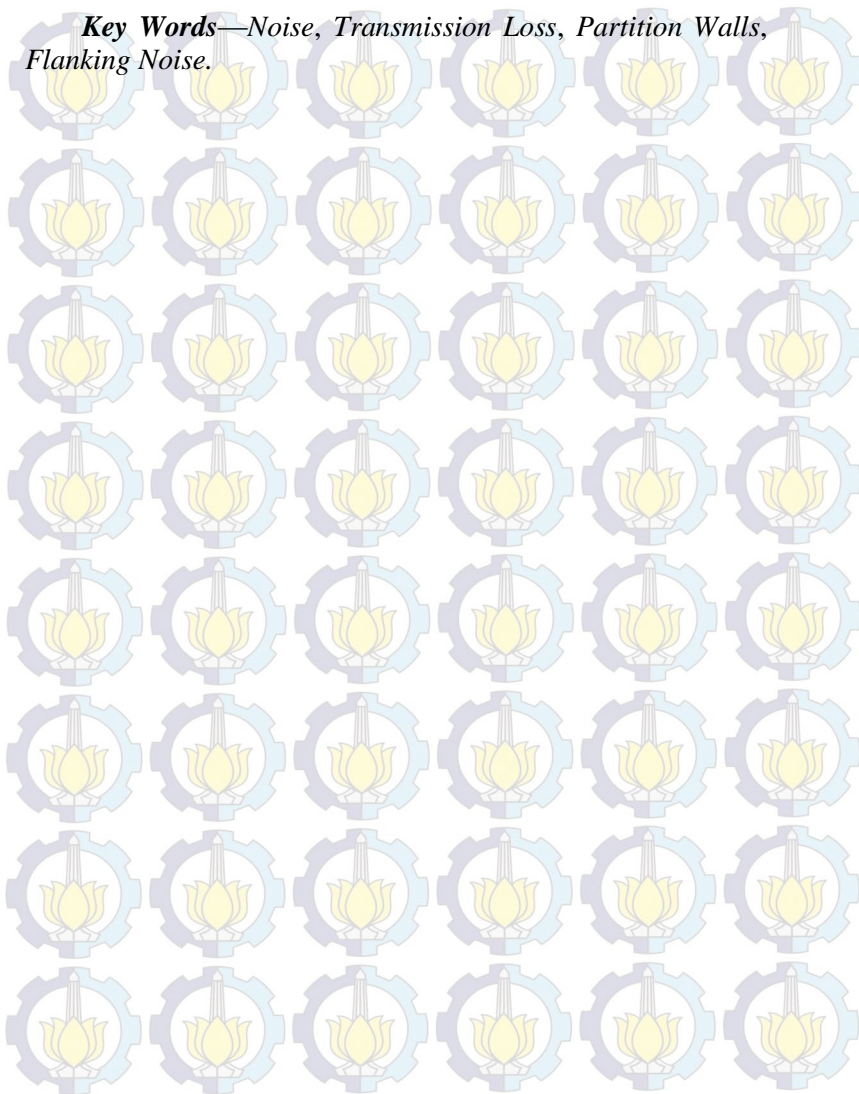
Name : Akhmad Holis
NRP : 2409100018
Department : Teknik Fisika FTI – ITS
Supervisor : Andi Rahmadiansah, ST, MT

Abstract

The reading room is one place that needs and comfort so that readers who are conducting activities not feel disturbed . One of the comfort factor in the reading room (a case study at the Department of Physics FTI - ITS) is in terms of the acoustic noise level in the room which is largely sourced from the computer laboratory. Density of activity in the computer laboratory to be one source of noise in the reading room where the noise radiating from the computer laboratory to the reading room through the partition wall that connecting the two rooms . The study was conducted by means of data capture sound pressure level in the second room . Each room has a 6 point measurement within 1m of the partition wall . Measurements using the SLM SOLO to get the sound pressure level at each measurement point where every point has a 2m distance between points except the two points adjacent to the outer wall of the south and the north . From the measurement results showed that the value of noise reduction from partition walls made of plywood is small enough so that most of the noise from penetrating by computer laboratory into the reading room . To reduce the noise that occurs then the design partition wall panel double homogeneous materials using fiber cement board and gypsum board with variations in the thickness and spacing (cavity) between panels. The best results of the partition wall design 25mm gypsum board where the design has a single insulation value ($DnTw + Ctr$) of 36.2 dB . As for the contribution of flanking aspect of the noise that

occurs can be categorized quite high at 14.9 dB maximum at a frequency of 800 Hz and 160 Hz in frequency.

Key Words—*Noise, Transmission Loss, Partition Walls, Flanking Noise.*



KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadiran Allah SWT karena telah memberikan kesehatan dan segala nikmatnya sehingga penulis mampu menyelesaikan tugas akhir dengan judul:

**PENGENDALIAN KEBISINGAN ANTAR RUANG
BERDASARKAN *TRANSMISSION LOSS* DAN
FLANKING
STUDI KASUS LABORATORIUM KOMPUTER DAN
RUANG BACA**

Salawat dan salam tidak lupa kita panjatkan kehadiran nabi Muhammad SAW, yang telah menuntun umat islam ke jalan yang benar dan diridhoi Allah SWT.

Dalam pembuatan tugas akhir ini penulis banyak sekali mendapat bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu penulis mengucapkan terimakasih atas bantuan dan motivasi kepada:

1. Kedua orang tua dan seluruh keluarga saya atas segala dukungan baik moril maupun materiil, serta doa yang telah diberikan kepada saya.
2. Bapak Dr. Ir. Totok Suhartanto, DEA selaku ketua Jurusan Teknik Fisika ITS.
3. Bapak Andi Rahmadiansah, ST, MT. selaku dosen pembimbing tugas akhir yang telah memberikan banyak ilmu dengan sabar serta petunjuk yang bermanfaat.
4. Bapak Dr. Ridho Hantoro, ST. MT selaku Kasie Tugas Akhir.
5. Wildan, Beny, Nizar, Ken Ray, Fitri, dan seluruh kerabat dari Teknik Fisika terlebih F44 yang telah meluangkan waktu disela-sela kesibukannya untuk membantu dalam pengerjaan tugas akhir ini.
6. Mbak Ica yang mau meluangkan waktu dan tenaganya untuk membantu menyelesaikan tugas akhir ini.
7. Para asisten fisis, akustik, dan labkom yang telah bersedia untuk diganggu selama proses pengerjaan tugas akhir ini.
8. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu, terima kasih atas bantuannya.

Penulis menyadari masih ada beberapa kekurangan yang terdapat pada penyusunan tugas akhir ini. Mudah-mudahan bisa menjadi salah satu bahan referensi untuk pengembangan tugas akhir sejenis ke depannya. Semoga bisa menjadi berkah bagi penulis dan semua yang membaca.

Surabaya, Januari 2014

Penulis.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	v
ABSTRAK	ix
<i>ABSTRACT</i>	xi
KATA PENGANTAR	xiii
DAFTAR ISI	xv
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR TABEL	xix
DAFTAR SIMBOL	xxi
 BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Permasalahan	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Laporan	4
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Teori Bising	5
2.2 Sumber Bising	5
2.3 Jenis Kebisingan	6
2.4 Insulasi Akustik	7
2.5 Transmission Loss	8
2.6 Flanking Noise	13
2.7 Dinding Partisi	13
 BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Objek Penelitian	15
3.2 Proses Pengambilan Data	17
3.3 Pengolahan Data dan Perancangan Dinding Partisi	19

BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1	Analisa Data	21
4.1.1	Data Pengukuran Kondisi Dinding Partisi	21
4.1.2	Pengaruh Aspek <i>Flanking Noise</i>	30
4.1.3	Perancangan Dinding Partisi	33
4.2	Pembahasan	44

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1	Kesimpulan	47
5.2	Saran	47

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

LAMPIRAN A

LAMPIRAN B

LAMPIRAN C

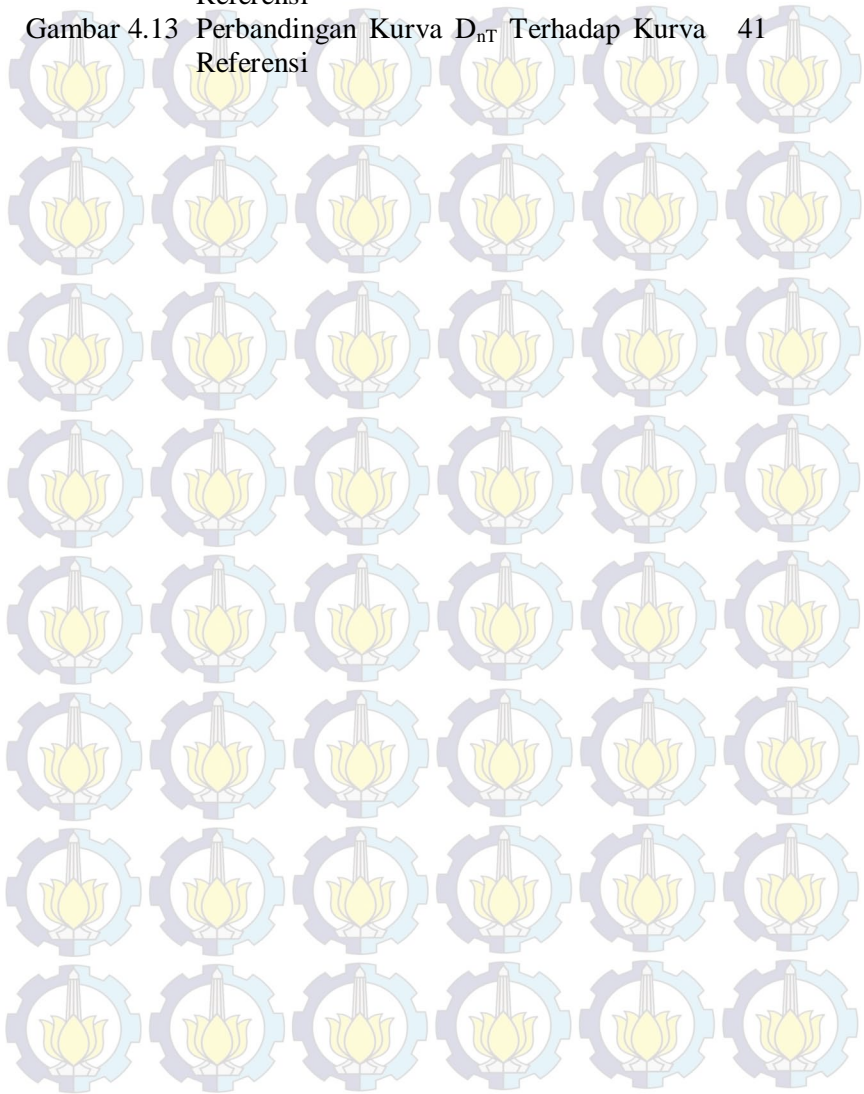
49

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Kurva <i>Noise Rating</i> (NR)	7
Gambar 2.2 <i>Flanking Transmission</i>	13
Gambar 3.1 Denah Ruang Laboratorium Komputer	15
Gambar 3.2 Denah Ruang Baca Teknik Fisika	16
Gambar 3.3 Material <i>Plywood</i>	16
Gambar 3.4 Posisi Titik Pengukuran Pada Ruang Baca	17
Gambar 3.5 Posisi Titik Pengukuran pada Laboratorium Komputer	17
Gambar 3.6 Dinding Partisi Pembatas Ruang Baca Dengan Laboratorium Komputer	18
Gambar 4.1 Perbandingan Kurva D_{nT} <i>White Noise</i> dengan Kurva Referensi	23
Gambar 4.2 Perbandingan Kurva D_{nT} <i>Brown Noise</i> dengan Kurva Referensi	24
Gambar 4.3 Perbandingan Kurva D_{nT} <i>Pink Noise</i> dengan Kurva Referensi	25
Gambar 4.4 Perbandingan Kurva D_{nT} <i>Grey Noise</i> dengan Kurva Referensi	25
Gambar 4.5 Perbandingan Kurva D_{nT} <i>Violet Noise</i> dengan Kurva Referensi	26
Gambar 4.6 Perbandingan Kurva D_{nT} <i>Blue Noise</i> dengan Kurva Referensi	26
Gambar 4.7 Perbandingan Kurva Background Noise Ruang Baca dengan NR 35	28
Gambar 4.8 Perbandingan Kurva D_{nT} Terhadap Kurva Referensi	32
Gambar 4.9 Perbandingan Kurva D_{nT} Terhadap Kurva Referensi	34
Gambar 4.10 Perbandingan Kurva D_{nT} Terhadap Kurva Referensi	36
Gambar 4.11 Perbandingan Kurva D_{nT} Terhadap Kurva Referensi	38

Gambar 4.12 Perbandingan Kurva D_{nT} Terhadap Kurva Referensi 39

Gambar 4.13 Perbandingan Kurva D_{nT} Terhadap Kurva Referensi 41



DAFTAR SIMBOL

SLM	<i>Sound Level Meter</i>
NR	<i>Noise Rating</i>
STC	<i>Sound transmission class</i>
R	<i>Transmission Loss</i>
L_S	<i>Sound pressure level</i> ruang sumber
L_R	<i>Sound pressure level</i> ruang penerima
ΔL	<i>Noise reduction</i>
S_w	Area permukaan transmisi
R_T	Besaran absorpsi ruang penerima
m	Massa per unit area dari material
f	Frekuensi
R_1, R_2	<i>Transmission loss single panel</i>
d	Jarak antar panel
f_0	Frekuensi resonansi dari rongga udara
f_1	Frekuensi resonansi struktural (panel)
f_c	Frekuensi kritis
c_o	Cepat rambat suara di udara
A	Luasan dinding
η_{tot}	<i>Total loss factor</i>
ρ	Massa jenis panel
Y	Modulus Young dari panel
h	Ketebalan panel
R_w	<i>Weighted sound reduction index</i>
D_{nT}	<i>Standardised level difference</i>
D_{nTw}	<i>Weighted standardised level difference</i>
C, C_{tr}	Faktor koreksi suara frekuensi rendah
T	Waktu dengung pada ruang penerima
T_0	Waktu dengung referensi sebesar 0,5 s



Halaman ini sengaja dikosongkan.

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Tangga Intensitas dari Kebisingan	6
Tabel 4.1	Pengukuran Tingkat Tekanan Bunyi Kondisi Dinding Partisi dengan <i>White Noise</i>	22
Tabel 4.2	Perhitungan D_{nT} dengan nilai RT yang Terukur	23
Tabel 4.3	<i>Background Noise</i> Ruang Baca	29
Tabel 4.4	Tingkat Tekanan Bunyi Pada Jarak 4 meter Dari Dinding Selatan.	31
Tabel 4.5	Tingkat Tekanan Bunyi Pada Jarak 0.5 meter Dari Dinding Selatan.	32
Tabel 4.6	Nilai <i>Noise Reduction Fiber Cement Board</i> 8mm.	34
Tabel 4.7	Nilai <i>Noise Reduction Fiber Cement Board</i> 12mm.	35
Tabel 4.8	Nilai <i>Noise Reduction Fiber Cement Board</i> 24mm.	37
Tabel 4.9	Nilai <i>Noise Reduction Gypsum Board</i> 12.5 mm.	39
Tabel 4.10	Nilai <i>Noise Reduction Gypsum Board</i> 15mm.	41
Tabel 4.11	Nilai <i>Noise Reduction Gypsum Board</i> 25mm.	42



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Bunyi merupakan suatu sensasi yang dirasakan oleh telinga yang ditimbulkan akibat adanya getaran yang terjadi pada organ di dalamnya. Salah satu dari bunyi diklasifikasikan sebagai bising dimana pada umumnya bising tersebut merupakan bunyi yang tidak diinginkan. Jenis-jenis bunyi ditentukan oleh sumber getarnya. Bising juga diartikan sebagai suara yang ditimbulkan oleh sebuah peralatan pada tingkat tertentu yang dapat mengganggu pendengaran dari seseorang.

Terdapat beberapa kebisingan dalam kehidupan sehari-hari, misal kebisingan yang ditimbulkan oleh kendaraan bermotor di jalanan, kebisingan di kawasan industri yang ditimbulkan oleh kerja peralatan pabrik, kebisingan yang terjadi pada tempat-tempat umum layaknya di stasiun dan terminal yang diakibatkan oleh banyaknya aktivitas pada tempat tersebut. Selain itu, ada juga kebisingan pada tempat-tempat kerja di kantor yang ditimbulkan oleh peralatan yang ada pada ruangan tersebut seperti *Personal Computer* (PC), *Air Conditioner* (AC), dan peralatan lainnya yang menimbulkan adanya gerakan dari sebuah benda atau alat.

Untuk sebagian orang bising yang ditimbulkan bukanlah menjadi masalah besar. Lain halnya dengan orang yang membutuhkan ketenangan dan konsentrasi tinggi dalam melakukan pekerjaannya sehingga sedikit kebisingan saja dapat menghilangkan konsentrasinya dan bahkan bisa mengganggu terhadap hasil dari pekerjaannya tersebut. Misalnya orang yang sedang beraktivitas di perpustakaan atau ruang baca. Contohnya seperti pada ruang baca Teknik Fisika FTI-ITS. Mereka membutuhkan kondisi yang cukup tenang untuk dapat berkonsentrasi dengan baik dalam melakukan aktivitasnya tersebut. Sedangkan pada laboratorium komputasi itu sendiri terjadi berbagai aktivitas seperti dilakukannya praktikum yang mana di dalam ruang tersebut dipadati oleh mahasiswa yang

bersangkutan. Selain itu, juga terdapat aktivitas lain seperti perakitan alat untuk tugas akhir ataupun peralatan keperluan lomba dan sebagainya. Sehingga tidak bisa dihindari bahwa suara yang ditimbulkan dari percakapan yang terjadi cukup keras dan terdengar sampai ke ruang baca.

Untuk mengatasi kebisingan yang terjadi dapat dilakukan beberapa cara yang mana salah satunya adalah melakukan perbaikan terhadap rancangan dinding partisi yang menjadi pembatas antar ruangan. Seperti halnya yang dilakukan oleh Fitri Rachmawati pada tahun 2013 dalam penelitian yang berjudul “Peningkatan Insulasi Akustik Dari Dinding Partisi Antar Kamar Berdasarkan Nilai Rugi Transmisi Bunyi”. Di dalam penelitian tersebut dijelaskan bahwa pada kamar hotel *low budget* di Bandara Juanda nilai insulasi akustik masih membutuhkan perbaikan karena masih belum memenuhi standar sebagai kamar yang nyaman huni. Selain itu, juga dilakukan perancangan terhadap dinding partisi dengan menggunakan material *gypsum board* dan *cement board* dengan variasi ketebalan material dan *cavity* sehingga diperoleh nilai insulasi akustik yang memenuhi standar acuan sebagai kamar hotel yang nyaman huni.

Oleh karena itu, dengan diketahuinya dampak dari terjadinya bising yang ditimbulkan oleh aktivitas di dalam laboratorium komputasi terhadap ruang baca, maka diperlukan sebuah pengendalian terhadap bising tersebut. Salah satu caranya adalah melakukan perbaikan terhadap rancangan dinding partisi pembatas antara laboraotorium komputer dengan ruang baca. Selain itu, tidak ditutup kemungkinan bahwa terdapat aspek *flanking* yang juga merupakan faktor terjadinya bising pada ruang baca. Dalam tugas akhir ini akan dilakukan suatu perancangan ulang terhadap dinding partisi antara laboratorium komputasi dan ruang baca serta analisa pengaruh aspek *flanking* terhadap terjadinya bising di dalam ruang baca.

1.2 Rumusan Permasalahan

Dari pemaparan latar belakang di atas, maka permasalahan yang diangkat dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

- Berapa tingkat kebisingan di ruang baca serta dikaitkan dengan nilai ambang batas kebisingan yang diperbolehkan?
- Bagaimanakah pengendalian kebisingan untuk mengurangi bising pada ruang baca yang ditimbulkan oleh aktivitas pada laboratorium komputer?
- Bagaimanakah mendapatkan *transmission loss* yang rendah?
- Bagaimanakah kontribusi *flanking* dari laboratorium komputer ke ruang baca?

1.3 Batasan Masalah

Beberapa batasan masalah yang terdapat pada tugas akhir ini yaitu sebagai berikut:

- Pengukuran dilakukan di laboratorium komputer dan ruang baca Teknik Fisika FTI-ITS.
- Dalam penelitian ini bahan yang dianalisis adalah spesifikasi dinding.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari tugas akhir ini ini berdasarkan permasalahan yang dihadapi yaitu antara lain:

- Mengetahui tingkat kebisingan di ruang baca yang ditimbulkan dari aktivitas pada laboratorium komputer.
- Melakukan pengendalian bising yang terjadi di ruang baca yang mana ditimbulkan dari aktivitas pada laboratorium komputer.
- Melakukan perancangan untuk mendapatkan nilai *transmission loss* yang rendah sehingga bising yang terjadi pun rendah.
- Mengetahui sejauh mana pengaruh aspek *flanking* dari laboratorium komputer ke ruang baca terhadap besarnya kebisingan yang terjadi di dalam ruang baca tersebut.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian yang dilakukan pada tugas akhir ini diharapkan dapat memberikan manfaat dalam melakukan pengendalian kebisingan antar ruang, terlebih lagi pada ruangan yang digunakan sebagai sarana belajar seperti ruang baca ataupun pada ruangan yang membutuhkan ketenangan sehingga tidak terganggu oleh kebisingan yang terjadi dari ruang sekitar dan dapat memenuhi standar dari kenyamanan ruang belajar.

1.6 Sistematika Laporan

Pada tugas akhir ini penulisannya secara sistematis dan terbagi menjadi lima bab yaitu sebagai berikut.

BAB I Pendahuluan

Bab ini dijelaskan tentang latar belakang, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika laporan.

BAB II Tinjauan Pustaka

Bab ini dijelaskan tentang landasan teori yang berkaitan dengan topik tugas akhir.

BAB III Metodologi

Bab ini dijelaskan mengenai langkah-langkah pengerjaan dari awal hingga tugas akhir selesai dilaksanakan.

BAB IV Hasil dan Pembahasan

Bab ini dijelaskan mengenai hasil pengolahan data dan analisa dari data yang telah didapatkan.

BAB V Kesimpulan dan Saran

Bab ini berisi tentang kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan dan saran yang lebih baik untuk penelitian selanjutnya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Teori Bising

Bising bagi kebanyakan orang diartikan sebagai sebuah bunyi yang tidak diinginkan bahkan bisa mengganggu dari aktivitas kerja yang sedang berlangsung. Terdapat tiga hal yang dapat diperhatikan pada bunyi suatu benda yakni kerasnya, tingginya, serta jenisnya. Keras tidaknya suatu bunyi ditentukan oleh lebar getaran yang memukul telinga. Pengukuran terhadap tingkat kebisingan dinyatakan dalam decibel (dB). Sumber bising dengan intensitas yang cukup tinggi yang memiliki nilai 85 dB pada umunya dapat menyebabkan seseorang kemunduran serius pada kondisi kesehatan manusia. Kadang kala bising dengan intensitas rendah juga dapat menjadi gangguan bagi sebagian orang terutama bagi orang – orang yang membutuhkan konsentrasi tinggi dalam melakukan pekerjaannya seperti produser rekaman. Maka dari itu diperlukan adanya pengendalian terhadap bising yang terjadi. Terdapat beberapa cara yang dapat dilakukan dalam mengendalikan bising yakni pengendalian pada sumber bunyi, medium hantar bunyi, dan pada penerima.

2.2. Sumber Bising

Adapun pengelompokan terhadap sumber – sumber bising yang terjadi sebagai berikut:

a. Alat transportasi

Kebisingan yang terjadi ditimbulkan oleh berbagai jenis kendaraan yang berlalu lalang di sekitar penerima. Seperti kebisingan yang ditimbulkan oleh kendaraan bermotor di jalan raya, kebisingan dari pesawat yang melintas dan kendaraan lainnya.

b. Kebisingan yang ditimbulkan oleh mesin – mesin dalam industri beserta proses yang ada didalamnya.

Tabel 2.1 Tangga Intensitas dari Kebisingan

Skala Intensitas	Decibels	Batas Dengar Tertinggi
Menulikan	100 – 120	Halilintar, Meriam, Mesin Uap
Sangat Hiruk	80 – 100	Jalan hiruk – pikuk, pluit polisi, perusahaan gaduh
Kuat	60 – 80	Kantor gaduh, jalan pada umunya, radio
Sedang	40 – 60	Rumah gaduh, kantor pada umunya, percakapan kuat, radio perlahan
Tenang	20 – 40	Rumah tenang, kantor perorangan, auditorium, percakapan
Sangat Tenang	0 – 20	Suara daun – daun, berbisik, batas dengan terendah

Sumber : Soekidjo Notoatmodjo. 2003.

2.3. Jenis Kebisingan

Kebisingan dikelompokkan dalam beberapa bagian sebagai berikut. (Buchari, 2007).

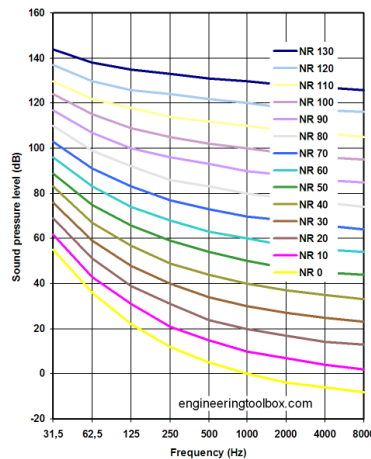
- Kebisingan kontinyu dengan spectrum frekuensi yang luas (*steady state, wide band noise*) adalah kebisingan yang fluktuatif dari intensitas tidak lebih dari 6 dB dan dinyatakan dalam nilai ambang tekanan suara seperti halnya mesin – mesin dan kipas angin.
- Kebisingan dengan spectrum frekuensi yang sempit (*steady state, narrow band noise*). Misalnya gergaji sirkuler, katup gas, sirine, generator.
- Kebisingan terpututs – putus (*inter mitten*) adalah kebisingan yang terjadi secara terpututs – putus atau

tidak stabil. Seperti kebisingan di jalan raya, suara pesawat.

- d. Kebisingan implusif (*impact or impulsive noise*) adalah kebisingan dimana waktu yang diperlukan untuk mencapai puncaknya tidak lebih dari 35 milidetik dan waktu yang dibutuhkan untuk menurunkan intensitas sampai 20 dB tidak lebih dari 550 milidetik. Seperti suara tembakan atau meriam.
- e. Kebisingan impulsif berulang yakni merupakan kebisingan yang terjadi berulang – ulang dengan intensitas yang relatif rendah. Misalnya mesin tempa di perusahaan.

2.4. Insulasi Akustik

Insulasi akustik merupakan salah satu faktor utama pada kenyamanan sebuah ruangan. Salah satu hal yang menjadi perhatian dalam insulasi akustik ini adalah *Noise Rating* (NR) dari jenis bangunan atau ruangan sehingga nyaman di dalam ruangan tetap terjaga¹⁾.



Gambar 2.1 kurva *Noise Rating* (NR)

Pada gambar diatas dapat kita lihat kurva hubungan antara tingkat tekanan bunyi dengan frekuensi bunyi. Serta, dapat kita lihat juga beberapa pola kurva dari beberapa *Noise Rating* seperti NR 35, NR 40, dan seterusnya.

Noise Rating dikembangkan oleh *International Organization for Standardization* (ISO) untuk menetapkan kondisi lingkungan dalam ruangan yang dapat diterima untuk pengendalian pendengaran, komunikasi suara, dan gangguan yang disebabkan oleh kebisingan yang terjadi. *NR Curve* biasanya digunakan di Eropa sedangkan *NC Curve* kebanyakan digunakan di US. *Noise Reduction* untuk perpustakaan atau ruang baca adalah NR 35.

2.5. Transmission Loss

Transmission loss merupakan kemampuan suatu bahan dalam menyerap atau menginsulasi suara. Besarnya *transmission loss* dari sebuah partisi dapat diperoleh dengan persamaan berikut. (Beranek, L.L. 1957).

$$R = L_S - L_R + 10 \log \frac{S}{A} \quad (2.1)$$

$$\Delta L = L_S - L_R \quad (2.2)$$

$$R = \Delta L + 10 \log \frac{S}{A} \quad (2.3)$$

Dimana:

R : Tranmission Loss

L_S : *sound pressure level* rata-rata ruang sumber bunyi (dB)

L_R : *sound pressure level* rata-rata ruang penerima bunyi (dB)

S : luas bidang partisi (m^2)

A : besaran absorsi ruang penerima (m^2 .sabins)

ΔL : *noise reduction* (dB).

Dari persamaan di atas dapat dilihat bahwa *transmission loss* memiliki hubungan dengan pengurangan bunyi (*Noise Reduction*). Pengurangan bunyi tersebut nantinya dapat diperoleh nilai *Sound Reduction Index* (SRI) dari suatu material atau didalam perhitungan dilambangkan dengan R . Selain itu, *sound reduction index* dikenal juga *Level Difference* yang dilambangkan dengan D_{nT} . Dimana berdasarkan ISO 354:2003 nilai D_{nT} dapat diperoleh dari persamaan berikut:

$$D_{nT} = D + \log(T/T_0) \text{ dB} \quad (2.4)$$

Dimana:

- D : *level difference* ; $L_1 - L_2$
- L_1 : tingkat tekanan bunyi rata-rata pada ruang sumber suara
- L_2 : tingkat tekanan bunyi pada ruang penerima
- T_0 : waktu dengung referensi ; 0.5 detik
- T : waktu dengung rata-rata di ruang penerima

Perhitungan nilai D_{nT} ini selanjutnya digunakan untuk menghitung nilai D_{nTw} (*weighted standardized level different*) yang mana D_{nTw} ini merupakan nilai tunggal insulasi suara dari sebuah dinding partisi yang didapatkan dari hasil pengukuran langsung (*on-site*). Sedangkan nilai tunggal insulasi suara yang didapatkan dari hasil uji laboratorium, itu dinamakan dengan R_w (*weighted sound reduction index*). Pada R_w terdapat beberapa faktor koreksi suara frekuensi rendah (C , C_{tr}). Selisih antara nilai hasil pengukuran dengan nilai R_w , tidak boleh lebih dari 5 dB.

Nilai D_{nT} yang diperoleh menggunakan persamaan (2.4) diatas, selanjutnya dibandingkan dengan nilai referensi. Perbedaan antara D_{nT} dan nilai referensi tidak boleh lebih dari 1. Nilai D_{nT} yang telah digeser pada frekuensi 500 Hz tersebut merupakan nilai D_{nTw} . Sebelum dilakukan pergeseran, dihitung selisih antara nilai referensi dengan D_{nT} dimana total nilai positif atau negatif tidak boleh lebih dari 32. Jika nilai positif atau

negatif sebelum digeser lebih dari 32, maka setelah dilakukan pergeseran harus kurang dari 32. Selanjutnya, dihitung juga nilai faktor koreksi frekuensi rendah yang dilambangkan dengan C_{tr} dan diperoleh dengan menggunakan persamaan berikut. (Harris, dkk. 2007).

$$C_{tr} = -10 \log \left(\sum_{i=1}^{16} 10^{(-C_{tr_{spec\ i}} - D_{nT\ i})/10} \right) - D_{nTw} \quad (2.5)$$

Dimana:

$C_{tr\ spec}$: spectrum faktor koreksi suara frekuensi rendah (dB)

D_{nT} : *standardized level different* (dB)

D_{nTw} : *weighted standardized level different* (dB)

Dalam perhitungan *transmission loss* dari suatu material dinding homogen dapat diperoleh dengan menggunakan rumus sebagai berikut⁽³⁾:

$$R = 20 \log(mf) - 47 \quad (2.6)$$

Dimana:

m : massa per unit area dari material dinding partisi (kg/m^2)

f : frekuensi bunyi (Hz)

Untuk perhitungan nilai *transmission loss* dari dinding partisi dua lapis (*double panels*) homogen dan memiliki celah udara diantaranya, dapat diperoleh dari persamaan berikut:

$$R = 20 \log(f(m_1 + m_2)) - 47 \quad f < f_0 \quad (2.7)$$

$$R = R_1 + R_2 + 20 \log(fd) - 29 \quad f_0 < f < f_1 \quad (2.8)$$

$$R = R_1 + R_2 + 6 \quad f > f_1 \quad (2.9)$$

$$f_o = 60 \sqrt{\frac{m_1 + m_2}{m_1 \cdot m_2 \cdot d}} \quad (2.10)$$

$$f_1 = \frac{55}{d} \quad (2.11)$$

Dimana:

m_1, m_2 : massa per unit area dari material dinding partisi (kg/m^2)

d : jarak antar kedua lapis dinding (*cavity*) yang berisi udara (m)

f_o : frekuensi resonansi dari mass-air-mass dinding partisi (Hz)

f_1 : frekuensi struktural dinding partisi (Hz)

R_1, R_2 : *transmission loss* dari masing-masing panel.

Untuk mendapatkan nilai R_1 dan R_2 dari sebuah material dinding partisi, dapat menggunakan persamaan berikut ini. (Ellefsen, Olafsen, 2010).

$$R = 20 \log(m \cdot f) - 10 \log \left[\ln \left[\frac{2\pi f}{c_o} \right] \cdot \sqrt{A} \right] + 20 \log \left[1 - \left(\frac{f}{f_c} \right)^2 \right] - 42 \quad (2.12)$$

Dimana persamaan di atas digunakan untuk mendapatkan nilai *noise reduction index* dengan syarat $f < f_c$.

Sedangkan untuk $f > f_c$, untuk mendapatkan nilai *noise reduction index* menggunakan persamaan dibawah ini:

$$R = \log(m \cdot f) + 10 \log \left[2\eta_{tot} \frac{f}{f_c} \right] - 47 \text{ dB} \quad (2.13)$$

Dimana:

A : luas total dinding partisi (m^2)

m : massa per unit dari material dinding (kg/m^2)

η_{tot} : *total loss factor* dengan memasukkan nilai $\sigma = 1$ ke dalam persamaan berikut:

$$R = -10 \log \tau$$

$$\tau = \left(\frac{2\rho_o c_o}{2\pi f m} \right)^2 \frac{\pi f_c \sigma^2}{2f \eta_{tot}} \quad f \geq f_c \quad (2.14)$$

$$\tau = \left(\frac{2\rho_o c_o}{2\pi f m} \right)^2 2\sigma_f + \frac{(l_1 + l_2)^2}{l_1^2 + l_2^2} \sqrt{\frac{f_c}{f}} \frac{\sigma^2}{\eta_{tot}} \quad f < f_c$$

Dimana l_1 dan l_2 merupakan panjang dari material serta σ dan σ_f adalah faktor radiasi dari *free bending waves* dengan transmisi usaha.

Untuk mendapatkan nilai frekuensi kritis dapat menggunakan persamaan dibawah ini:

$$f_c = \frac{\sqrt{3} c_o^2}{\pi h} \sqrt{\frac{\rho}{Y}} \quad (2.15)$$

Dimana:

f_c : frekuensi kritis (Hz)

h : ketebalan panel (m)

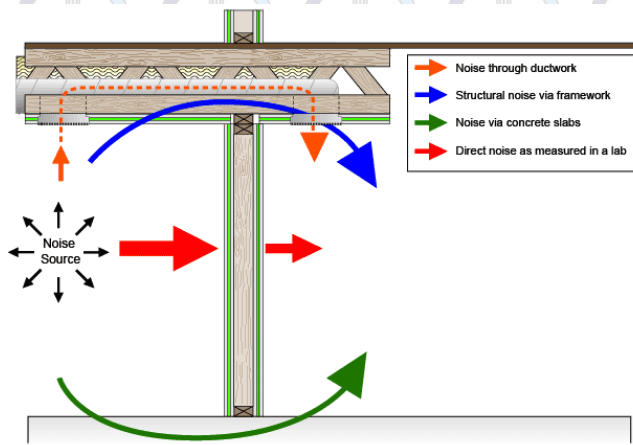
Y : modulus Young dari panel (N/m^2)

ρ : massa jenis panel (kg/m^3)

c_0 : cepat rambat bunyi di udara (340 m/s)

2.6. Flanking Noise

Flanking noise merupakan sebuah faktor bising yang perambatannya melalui lantai, saluran udara (*ducting*), dan lain sebagainya yang bukan melalui dinding pembatas kedua ruangan. Untuk lebih jelasnya bisa dilihat pada gambar berikut.



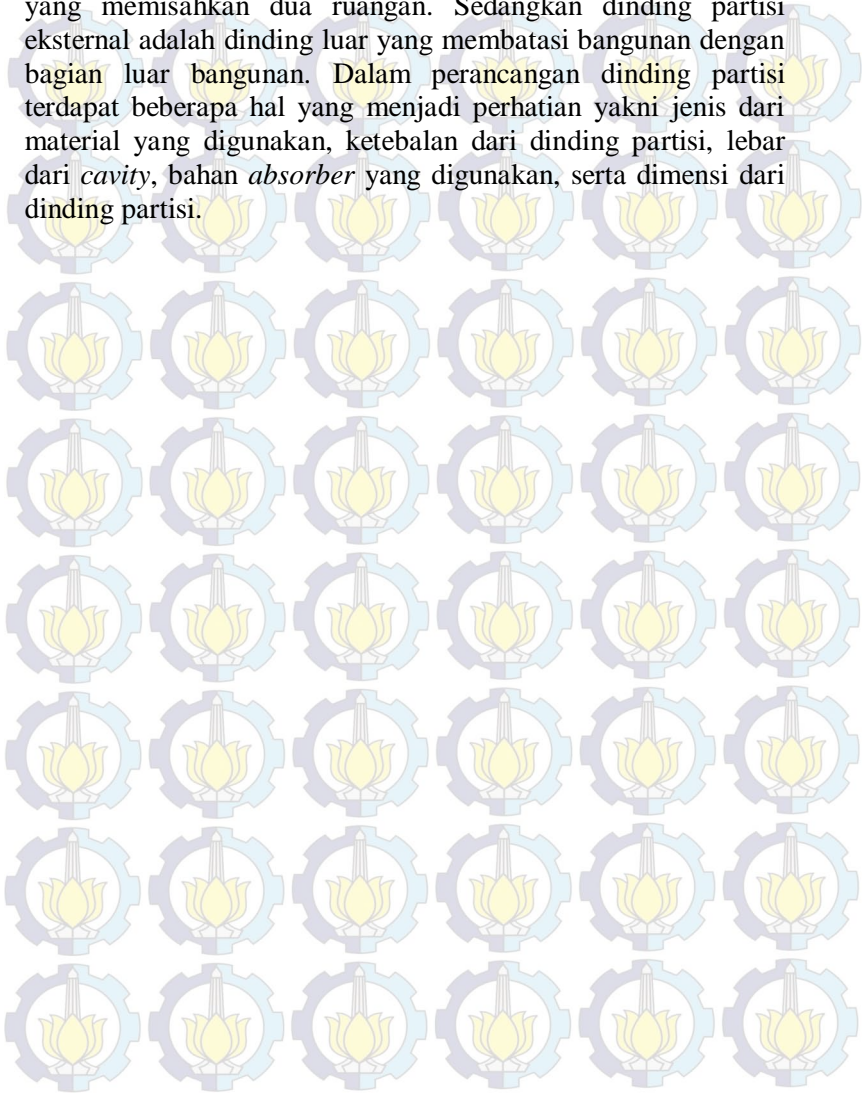
Gambar 2.2 *Flanking Transmission*

Pada gambar diatas, dapat dilihat bahwa anak panah yang berwarna merah merupakan penjalaran bunyi secara langsung yang menembus dinding pembatas. Sedangkan panah dengan warna biru, hijau, dan jingga merupakan jalur penjalaran bising yang tidak melalui dinding, melainkan melalui medium selain dinding pembatas.

2.7. Dinding Partisi

Dinding partisi adalah pemisah ruangan yang bisa dibuat permanen seperti dinding bata ataupun dibuat nonpermanen. Dinding partisi ini dibuat dari *material board* seperti *gypsum board* dan *fiber cement board*. Pada umumnya dinding partisi

dibagi menjadi dua jenis yakni dinding partisi internal dan dinding partisi eksternal. Dinding partisi internal adalah dinding yang memisahkan dua ruangan. Sedangkan dinding partisi eksternal adalah dinding luar yang membatasi bangunan dengan bagian luar bangunan. Dalam perancangan dinding partisi terdapat beberapa hal yang menjadi perhatian yakni jenis dari material yang digunakan, ketebalan dari dinding partisi, lebar dari *cavity*, bahan *absorber* yang digunakan, serta dimensi dari dinding partisi.



BAB III

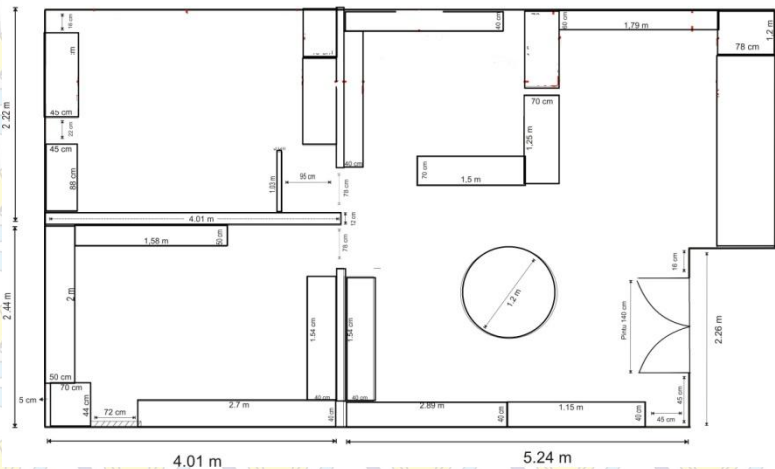
METODOLOGI

Metodologi penelitian yang digunakan dalam pengerjaan tugas akhir ini terdapat beberapa tahapan. Secara umum, tahapan - tahapan penelitian yang dilakukan secara rinci dijelaskan sebagai berikut:

3.1. Objek Penelitian

Pada tugas akhir ini yang menjadi objek penelitian adalah ruang laboratorium komputer dan ruang baca. Berikut adalah denah dari laboratorium komputer.

LABKOM



Gambar 3.1 Denah Ruang Laboratorium Komputer

Material yang digunakan sebagai dinding partisi disini adalah *plywood* 12.5 mm *double panels* dengan rongga udara (*cavity*) ditengahnya. Tebal dari dinding adalah 8cm. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 3.2 Denah Ruang Baca Teknik Fisika

lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar berikut:

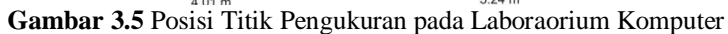


Gambar 3.3 Material *Plywood*

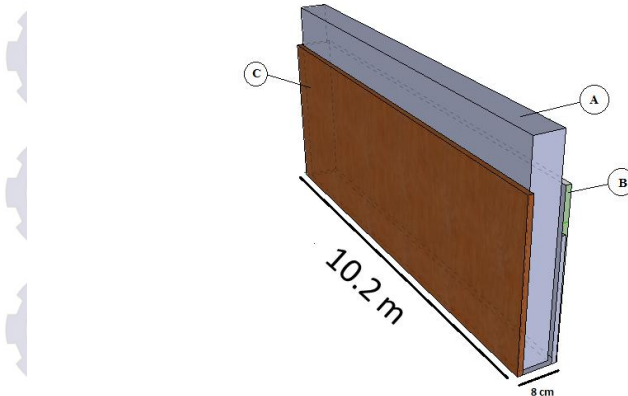
Untuk proses pengambilan data dilakukan pada 6 titik dibagian dinding partisi yang membatasi antara laboratorium komputer dengan ruang baca. Untuk lebih jelasnya bisa dilihat gambar dibawah ini:



LABKOM



Titik-titik merah tersebut menandakan lokasi pengambilan data yang mana setiap titik berjarak 1m dari dinding partisi dengan ketinggian 1m. Ketinggian pengukuran tersebut didasarkan pada posisi rata-rata orang duduk pada kursi. Sedangkan jarak antar titik-titik pengukuran berjarak 2m. Untuk gambaran dinding partisi dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 3.6 Dinding Partisi Pembatas Ruang Baca Dengan Laboratorium Komputer

Keterangan:

A : *cavity* (rongga udara) dengan ketebalan 55mm.

B dan C : lapisan *plywood* dengan ketebalan 12.5 mm.

Pengambilan data pertama adalah mengukur besar nilai tingkat tekanan bunyi di labkom dan ruang baca dengan membangkitkan suara *whitenoise* menggunakan speaker *advante* yang dipadu dengan *amplifier* dari laboratorium akustik. Sedangkan untuk perekaman suaranya menggunakan SLM SOLO dari laboratorium Rekayasa Akustik dan Fisika Bangunan Teknik Fisika. Baik pada laboratorium komputer maupun ruang baca posisi titik pengukuran seperti yang terlihat pada gambar 3.3 dan 3.4 diatas.

Setelah melakukan pengukuran terhadap nilai tingkat tekanan bunyinya, selanjutnya dilakukan pengambilan data terhadap nilai *reverberation time* (RT) dari ruang penerima yaitu ruang baca.

3.3. Pengolahan Data dan Perancangan Dinding Partisi

Setelah didapatkan nilai tingkat tekanan bunyi dari laboratorium komputer dan ruang baca serta besar *reverberation time* dari ruang penerima maka dilakukan pengolahan data untuk mendapatkan nilai D_{nT} dari material dinding patisi yakni *plywood* dengan tebal 12.5 mm dan tebal dinding partisi 8cm dengan rongga udara diantara dua lapis *plywood* tersebut. Selanjutnya dialkuakn perhitungan terhadap nilai insulasi tunggal ($D_{nTw} + C_{tr}$) dari dinding partisi yang kemudian dibandingkan dengan nilai standar yang berlaku. Pengolahan data dilakukan dengan bantuan *software Microsoft Excel*.

Selain nilai D_{nT} , pada penelitian ini juga didapatkan pengaruh *flanking noise* terhadap besarnya bising yang terjadi pada ruang baca.

Untuk proses perancangan dinding partisi, dilakukan dengan perhitungan nilai *noise reduction* dari material *gypsum board* dan *fiber cement board* dengan ketebalan bervariasi dimana tebal dinding tetap seperti keadaan awal yakni 8cm dan celah (*cavity*) diantara dua panel bervariasi.



BAB IV

ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai analisa data dan pembahasan terhadap data yang telah diukur berdasarkan langkah-langkah yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya.

4.1 Analisa Data

Data pengukuran yang telah diperoleh berupa besar tingkat tekanan bunyi pada laboratorium komputer dan ruang baca pada frekuensi 1/3 oktaf yakni pada rentang frekuensi 100 – 3150 Hz. Selanjutnya dilakukan perhitungan nilai D_{nT} atau *transmission loss* dari laboratorium komputer ke ruang baca. Jika nilai tingkat tekanan bunyi di ruang baca cukup tinggi, maka *noise reduction* dari dinding partisi yang digunakan masih belum cukup untuk mengurangi bising yang terjadi pada ruang baca. Selain itu, jika pada posisi titik pengukuran didekat jendela atau bagian samping ruangan memiliki tingkat tekanan bunyi yang lebih tinggi dari tingkat tekanan bunyi pada titik pengukuran lainnya, maka dapat disimpulkan bahwa terdapat aspek *flanking* yang bekerja pada noise terjadi. Dengan nilai *noise reduction* dari dinding yang cukup tinggi, diharapkan dapat mengurangi tingkat kebisingan yang terjadi pada ruang baca yang pada dasarnya ruang baca membutuhkan ketenangan yang cukup tinggi sehingga para pembaca dapat berkonsentrasi lebih dan tidak terganggu karena adanya aktivitas lain diluar ruangan terlebih lagi dari laboratorium komputer.

4.1.1. Data Pengukuran Kondisi Dinding Partisi

Pengambilan data dilakukan pada jam kerja dikarenakan ruang baca memiliki jam kerja yang sudah terjadwal yakni dari jam 09.00 WIB sampai dengan jam 11.00 WIB dan jam 13.00 WIB sampai jam 15.00 WIB. Pada saat pengambilan data, dikondisikan bising yang terjadi pada waktu tersebut seminimal

mungkin untuk mendapatkan data yang mendekati nilai yang seharusnya. Pengambilan data dilakukan dengan durasi 10 detik dan diukur pada semua frekuensi dengan menggunakan SLM SOLO.

Tabel 4.1 Pengukuran Tingkat Tekanan Bunyi Kondisi Dinding Partisi dengan *White Noise*

Frekuensi (Hz)	L_S (dBA)	L_R (dBA)	RT (s)
100	56.5	51.93	0.35
125	52.23	48.92	0.44
160	53.12	47.37	0.58
200	56.2	47.17	0.95
250	54.45	45.43	0.61
315	52.48	44.5	0.61
400	53.28	47.4	0.34
500	54.52	48.4	0.49
630	56.57	49.13	0.49
800	56.57	46.95	0.44
1000	55.35	43.82	0.55
1250	54.63	42.38	0.59
1600	58.05	41.52	0.39
2000	56.85	42.68	0.25
2500	53.42	38.17	0.39
3150	54.02	36.78	0.4

Nilai L_S pada tabel diatas merupakan nilai rata-rata dari tingkat tekanan bunyi yang terukur pada 6 titik pengukuran pada laboratorium komputer. Begitu juga dengan nilai L_R merupakan nilai rata-rata dari tingkat tekanan bunyi yang terukur pada 6 titik pengukuran pada ruang baca. Selanjutnya dilakukan perhitungan terhadap *noise reduction* atau D_{nT} menggunakan persamaan 2.4 dimana hasilnya adalah sebagai berikut.

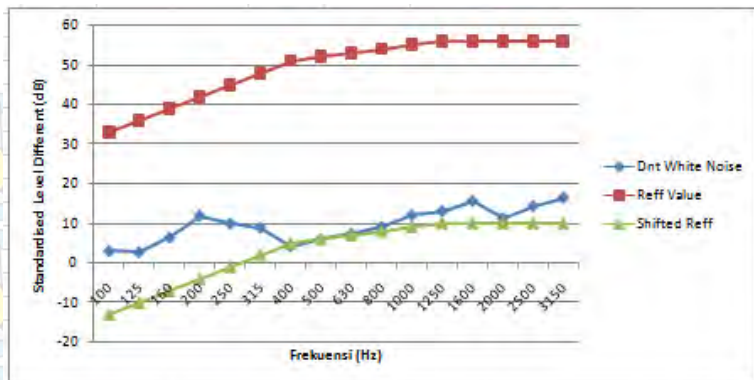
Tabel 4.2 Perhitungan D_{nT} dengan nilai RT yang Terukur

D

FREQ (Hz), 1/3-Octave Band	D_{nT} (dB)	Ref Values (dB)	Diff (dB)	Shifted Ref (-46)
100	3.02	33	29.98	-13
125	2.75	36	33.25	-10
160	6.39	39	32.61	-7
200	11.82	42	30.18	-4
250	9.88	45	35.12	-1
315	8.84	48	39.16	2
400	4.2	51	46.8	5
500	6.03	52	45.97	6
630	7.35	53	45.65	7
800	9.06	54	44.94	8
1000	11.94	55	43.06	9
1250	12.97	56	43.03	10
1600	15.45	56	40.55	10
2000	11.16	56	44.84	10
2500	14.22	56	41.78	10
3150	16.27	56	39.73	10
		Total +	636,65	Total +
		Total -	0,0	Total -

Tabel 4.2. Lanjutan.

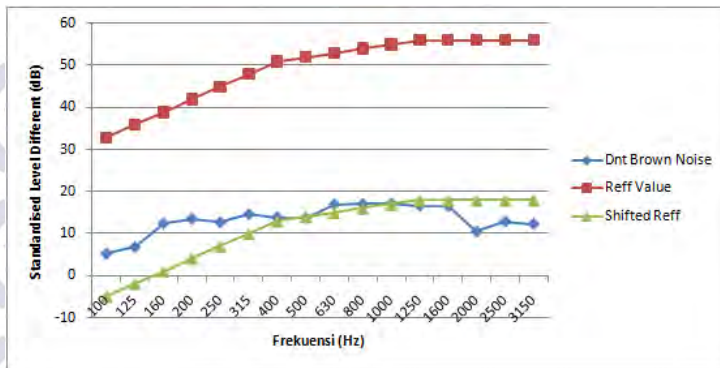
L		-L-D	
Revised Diff	C _{tr} Spectrum	Diff (dB)	10 ^{(-L-D)/10}
-16.02	20	-23.02	0.004989
-12.75	20	-22.75	0.005309
-13.39	18	-24.39	0.003639
-15.82	16	-27.82	0.001652
-10.88	15	-24.88	0.003251
-6.84	14	-22.84	0.0052
0.8	13	-17.2	0.019055
-0.03	12	-18.03	0.01574
-0.35	11	-18.35	0.014622
-1.06	9	-18.06	0.015631
-2.94	8	-19.94	0.010139
-2.97	9	-21.97	0.006353
-5.45	10	-25.45	0.002851
-1.16	11	-22.16	0.006081
-4.22	13	-27.22	0.001897
-6.27	15	-31.27	0.000746
0,8			0.117155
-100,15			
		D _{nTw}	6
		C _{tr}	3.31
		D _{nTw} + C _{tr}	9,31



Gambar 4.1 Perbandingan Kurva D_{nT} White Noise dengan Kurva Referensi

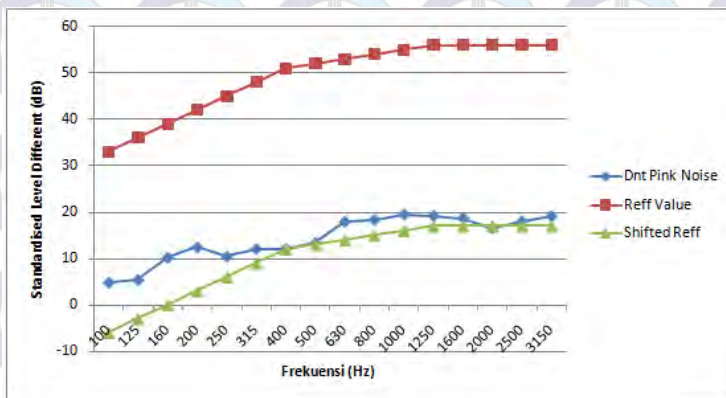
Dari grafik dan tabel di atas dapat dilihat bahwa pada awalnya nilai D_{nT} sangat jauh dari kurva referensi sehingga kurva referensi harus digeser sebesar 46 dB ke bawah. Perbedaan antara nilai D_{nT} dengan referensi pada frekuensi 500 Hz menjadi kurang dari 1. Selanjutnya akan didapat nilai $D_{nTw} + C_{tr}$ sebesar 9.31 dB. Nilai tersebut masih jauh dari standar yang berlaku yakni berdasarkan *The Building Regulations 2000 Approved Document E* seharusnya memiliki nilai insulasi lebih besar atau sama dengan 45 dB. Pengambilan data tersebut dengan membangkitkan suara yang berupa *white noise* dengan L_{eq} sebesar 85 dB.

Selain menggunakan sumber suara *white noise*, pengambilan data juga dilakukan dengan menggunakan sumber lain yakni menggunakan sumber suara *brown noise*, *pink noise*, *grey noise*, *violet noise*, dan *blue noise*. Dengan cara pengambilan data yang sama seperti pada pengambilan data menggunakan *white noise*, maka diperoleh nilai D_{nT} sebagai berikut:



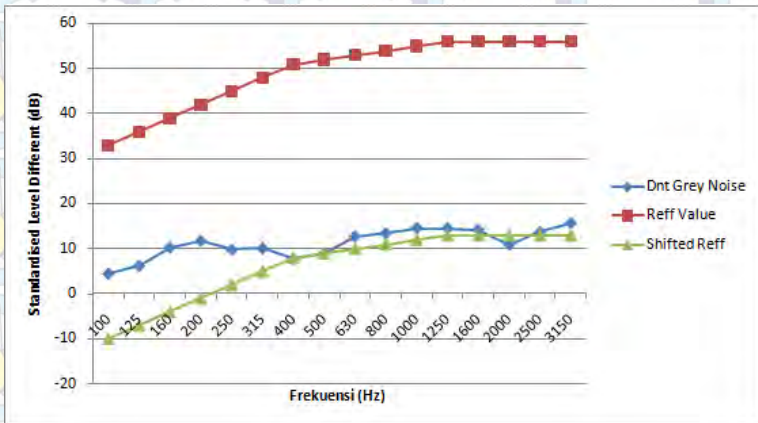
Gambar 4.2 Perbandingan Kurva D_{nT} *Brown Noise* dengan Kurva Referensi

Pada grafik diatas dapat dilihat bahwa dengan menggunakan suara *brown noise* yang dibangkitkan dengan L_{eq} sebesar 86.4 dB, memiliki penurunan tingkat tekanan bunyi pada frekuensi tinggi dan berada dibawah nilai refensi. Hal ini dikarenakan *brown noise* memiliki karakteristik dimana akan terjadi penurunan tingkat tekanan bunyi sebesar 6 dB per 1 oktaf kenaikan frekuensi.



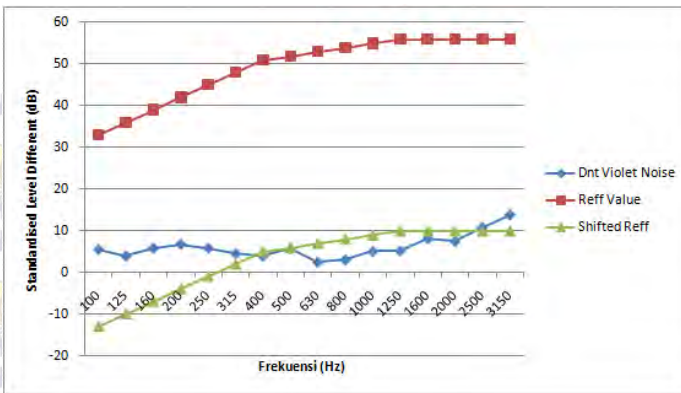
Gambar 4.3 Perbandingan Kurva D_{nT} *Pink Noise* dengan Kurva Referensi

Tidak jauh berbeda dengan *brown noise*, pink noise juga mengalami penurunan tingkat tekanan bunyi sebesar 3 dB per 1 oktaf kenaikan frekuensi. Pada grafik diatas merupakan hasil pengukuran dengan menggunakan sumber suara *pink noise* yang dibangkitkan dengan L_{eq} sebesar 87 dB.



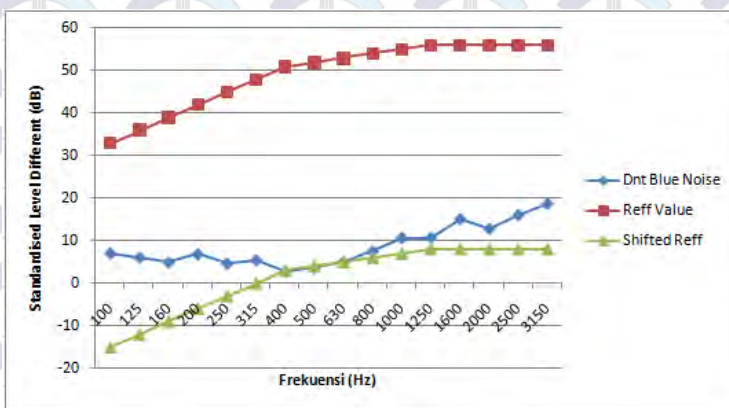
Gambar 4.4 Perbandingan Kurva D_{nT} Grey Noise dengan Kurva Referensi

Grafik pada gambar diatas menunjukkan perbandingan antara nilai referensi dengan hasil pengambilan data dengan menggunakan sumber *grey noise*. *Grey noise* memiliki karakteristik yang mana bagi para pendengar seolah-olah memiliki tingkat tekanan bunyi yang sama pada semua frekuensi seperti *white noise*. Pada dasarnya *grey noise* merupakan *white noise* acak yang dikenakan untuk *psychoacoustic*. Sehingga, pada gambar di atas terlihat terjadi penurunan kembali pada frekuensi 2000 Hz menjadi dibawah kurva nilai refensi yang telah digeser. Pengambilan data dengan sumber *grey noise* ini dibangkitkan dengan L_{eq} sebesar 84.6 dB.



Gambar 4.5 Perbandingan Kurva D_{nT} Violet Noise dengan Kurva Referensi

Gambar diatas menunjukkan perbandingan antara hasil pengukuran menggunakan sumber suara *violet noise* yang dibangkitkan pada L_{eq} 84.5 dB dengan nilai referensi. Seperti yang terlihat pada gambar diatas, terjadi penurunan tingkat tekanan bunyi pada frekuensi 500 Hz dan mengalami kenaikan pada frekuensi 2500 Hz dari nilai referensi. *Violet noise* memiliki karakteristik akan terjadi kenaikan tingkat tekanan bunyi sebesar 6 dB per 1 oktaf kenaikan frekuensi.



Gambar 4.6 Perbandingan Kurva D_{nT} Blue Noise dengan Kurva Referensi

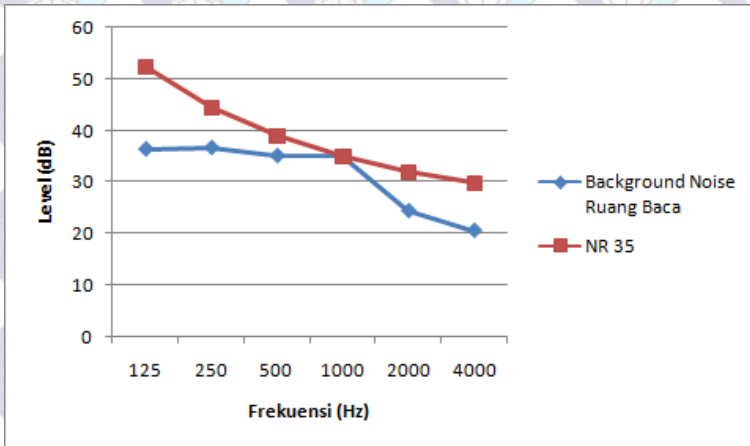
Sepeti halnya *violet noise*, *blue noise* juga memiliki karakteristik akan terjadi kenaikan tingkat tekanan bunyi sebesar 3 dB per 1 oktaf kenaikan frekuensi dimana *blue noise* disini dibangkitkan dengan L_{eq} 84.7 dB. Sehingga pada grafik diatas terlihat bahwa terjadi kenaikan tingkat tekanan bunyi pada frekuensi 500 Hz sampai 3150 Hz.

Pada ISO 140 – 4, dalam pengambilan data tentang insulasi ruangan direkomendasikan menggunakan *white noise*. Hal ini didasarkan pada karakteristik insulasi suara dari ruang uji dan *background noise* pada ruang penerima. Selain itu, *white noise* memiliki tingkat tekanan yang sama pada semua frekuensi. Sedangkan, untuk *background noise* dari ruang penerima dalam hal ini ruang baca adalah sebagai berikut:

Tabel 4.3 *Background Noise* Ruang Baca

Frekuensi (Hz)	Backgroud Noise 1 (dB)	Backgroud Noise 2 (dB)	Backgroud Noise 3 (dB)	Rata- rata (dB)
100	37.2	37.2	36.9	37.1
125	36.7	35.4	37.1	36.4
160	36.7	36.5	35.6	36.27
200	37.3	37	37.4	37.23
250	36	37	37	36.67
315	34	33.8	34.1	33.97
400	39.1	40	40	39.7
500	34.9	34.9	35.5	35.1
630	37.9	37.7	38.2	37.93
800	34	34.1	34.1	34.07
1000	35.2	34.8	35	35
1250	27.1	27.4	27.7	27.4
1600	25.5	25.2	25.5	25.4
2000	24.2	24.8	24.1	24.37
2500	22.9	23.7	23.2	23.27
3150	21.7	21.6	21.7	21.67
4000	20.9	20.3	20.4	20.53

Dari Tabel 4.3 diatas, dapat dilihat seberapa besar *background noise* dari ruang baca. Berikut adalah perbandingan antara *background noise* dengan nilai *Noise Rating* (NR) untuk ruang baca yakni NR 35.



Gambar 4.7 Perbandingan Kurva *Background Noise* Ruang Baca dengan NR 35.

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa *background noise* dari ruang baca itu sendiri sudah memenuhi NR 35. Akan tetapi, kebisingan yang ditimbulkan oleh aktivitas dari laboratorium komputer masih tembus ke dalam ruang baca. Hal ini dikarenakan performansi dari dinding partisi pembatas kedua ruangan yang terbuat dari *plywood* sudah menurun, dan hanya mereduksi sebagian kecil bising yang timbul. Dimana dalam hal ini, kebisingan tertinggi laboratorium komputer adalah 86 dB pada frekuensi 1000 Hz.

4.1.2. Pengaruh Aspek *Flanking Noise*

Penyumbang bising selain disebabkan karena adanya bising yang tembus secara *direct transmission* cukup besar, adalah penyumbang bising yakni *flanking noise* yang mana trasmisinya melalui medium selain dinding partisi.

Berikut adalah perbandingan tingkat tekanan bunyi dari titik-titik pengukuran.

Tabel 4.4 Tingkat Tekanan Bunyi Pada Jarak 4 meter Dari Dinding Selatan.

Frekuensi (Hz)	Labkom (dB)	Ruang Baca (dB)	Noise Reduction (dB)
100	56.7	55.1	1.6
125	56	47.8	8.2
160	60.4	45.1	15.3
200	62.7	47.3	15.4
250	56.1	44.2	11.9
315	53.9	41.6	12.3
400	55.4	45	10.4
500	58.2	45.3	12.9
630	60.8	45.8	15
800	61.1	43.9	17.2
1000	57.8	40.9	16.9
1250	57.8	39.8	18
1600	60.8	40	20.8
2000	60.2	40.4	19.8
2500	55.6	36.5	19.1
3150	56	35.6	20.4

Dari tabel diatas dapat terlihat bahwa semakin tinggi frekuensi suara dalam rentang 1/3 otaf, maka semakin tinggi juga *noise reduction* dari dinding partisi. Hal ini menunjukkan bahwa dinding partisi *double panel* dengan menggunakan *plywood* tersebut cukup baik untuk mereduksi bising pada frekuensi tinggi pada rentang 1/3 oktaf.

Tabel 4.5 Tingkat Tekanan Bunyi Pada Jarak 0.5 meter Dari Dinding Selatan.

Frekuensi (Hz)	Labkom (dB)	Ruang Baca (dB)	Noise Redution (dB)
100	57.7	52.7	5
125	53.7	51	2.7
160	53.4	48.6	4.8
200	54.8	50.1	4.7
250	55.1	48.2	6.9
315	52	50.6	1.4
400	52.7	51.2	1.5
500	55.9	51.4	4.5
630	55.1	54.7	0.4
800	54.6	52.3	2.3
1000	54.6	46.7	7.9
1250	54.8	46.8	8
1600	57.6	44.7	12.9
2000	56.6	46.4	10.2
2500	53.8	41.6	12.2
3150	54.3	39.5	14.8

Dari tabel 4.4 dan 4.5, dapat dilihat bahwa terjadi perbedaan *noise reduction* antar titik pengukuran yang berjarak 0.5 meter dari dinding selatan dengan titik pengukuran yang berjarak 4 meter dari dinding selatan. Dengan kata lain, bising yang tembus pada ruang baca lebih tinggi pada bagian samping yang berdekatan dengan dinding utara ataupun selatan. Hal ini dikarenakan nilai *noise reduction* nya lebih kecil jika dibandingkan dengan titik pengukuran yang posisinya lebih ke bagian tengah dinding partisi. Dan perbedaan nilai *noise reduction* tertinggi yaitu 14.9 dB pada frekuensi 800 Hz pada titik pengukuran 4m dari dinding selatan dengan titik pengukuran 0.5m dari dinding selatan. Sedangkan jika dibandingkan dengan titik pengukuran 0.5m dari dinding utara,

perbedaan *noise reduction* tertinggi terdapat pada titik pengukuran yang berjarak 4m dari dinding selatan yakni sebesar 14.9 dB pada frekuensi 160 Hz.

4.1.3. Perancangan Dinding Partisi

Dari hasil analisa data tersebut, terdapat beberapa kekurangan dari dinding partisi yang mana kehandalan dinding partisi menggunakan *plywood* memiliki *noise reduction* yang cukup kecil sehingga bising dari laboratorium komputer sebagian besar tembus ke dalam ruang baca. Oleh karena itu, pada penelitian ini dilakukan perancangan dinding partisi menggunakan beberapa bahan diantaranya *fiber cement board*, dan *gypsum board* dengan beberapa variasi ketebalan sebagai berikut.

- a. Material dinding partisi yang pertama adalah *fiber cement* atau disebut juga papan kalsium. Material ini dipilih dikarenakan banyak dijual di pasaran serta juga memiliki nilai insulasi akustik yang cukup baik. Terdapat beberapa variasi ketebalan dari *fiber cement board* yang dianalisa nilai insulasinya yakni 8mm, 12mm, dan 24mm.

- *Fiber cement board* 8 mm.

Material ini memiliki karakteristik sebagai berikut:

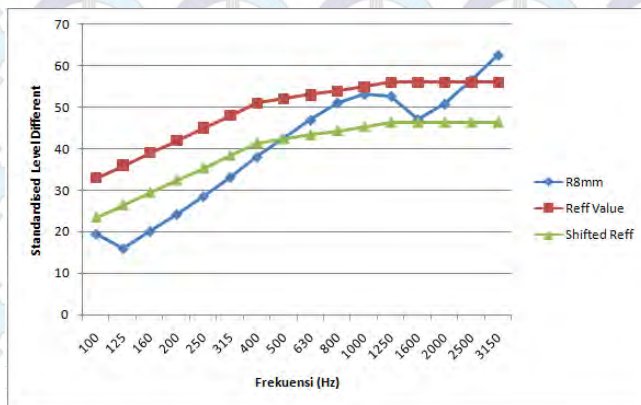
- Massa jenis (*density*) : 1200 kg/m^3
- *Mass per unit area* : 10.4 kg/m^2
- Modulus Young : 19.2 GPa
- Total *loss factor* : 0.01

Dengan mempertahankan ketebalan dinding partisi yakni sebesar 8 cm, maka jarak antar panel (*cavity*) dari material ini adalah 64 mm. Serta, dengan menggunakan persamaan (2.6) sampai dengan persamaan (2.14), maka akan diperoleh nilai *noise reduction* dari bahan tersebut sebagai berikut:

Tabel 4.6 Nilai Noise Reduction Fiber Cement Board 8 mm.

Frekuensi (Hz)	D_{nT} 8mm (dB)
100	19.4
125	15.9
160	20.0
200	24.1
250	28.5
315	33.1
400	38.0
500	42.4
630	46.9
800	51.1
1000	53.1
1250	52.7
1600	47.0
2000	50.8
2500	56.6
3150	62.6

Berikut adalah grafik perbandingan antara nilai D_{nT} dengan nilai referensi.

**Gambar 4.8** Perbandingan Kurva D_{nT} Terhadap Kurva Referensi.

Dari hasil perhitungan didapatkan bahwa nilai $D_{nTw} + C_{tr}$ dari perancangan pertama ini sebesar 31.45 dB. Hal ini berarti bahwa dinding partisi masih belum optimal dan belum memenuhi standar dimana nilai $D_{nTw} + C_{tr} > 45$ dB.

- *Fiber cement board 12 mm.*

Material ini memiliki karakteristik sebagai berikut:

- Massa jenis (*density*) : 1200 kg/m^3
- *Mass per unit area* : 15.6 kg/m^2
- Modulus Young : 19.2 GPa
- Total *loss factor* : 0.01

Dengan menggunakan perhitungan yang sama dan jarak antar kedua panel sebesar 56 mm, maka akan didapatkan nilai *noise reduction* dari material ini sebagai berikut:

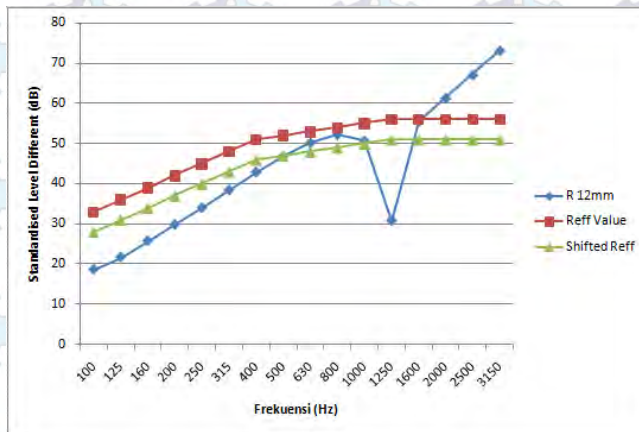
Tabel 4.7 Nilai *Noise Reduction Fiber Cement Board* 12mm.

Frekuensi (Hz)	R 12mm (dB)
100	18.6
125	21.7
160	25.7
200	29.8
250	34.0
315	38.4
400	42.9
500	46.8
630	50.2
800	52.2
1000	50.7
1250	30.8
1600	55.5

Tabel 4.7 Lanjutan

Frekuensi (Hz)	R 12mm (dB)
2000	61.3
2500	67.2
3150	73.2

Berikut adalah grafik perbandingan antara nilai D_{nT} dengan nilai referensi.



Gambar 4.9 Perbandingan Kurva D_{nT} Terhadap Kurva Referensi.

Dari hasil perhitungan didapatkan bahwa nilai $D_{nTw} + C_{tr}$ dari perancangan pertama ini sebesar 34 dB. Hal ini berarti bahwa dinding partisi masih belum optimal dan belum memenuhi standar dimana nilai $D_{nTw} + C_{tr} > 45$ dB.

- *Fiber cement board 24 mm.*

Material ini memiliki karakteristik sebagai berikut:

- Massa jenis (*density*) : 1200 kg/m^3
- *Mass per unit area* : 31.2 kg/m^2

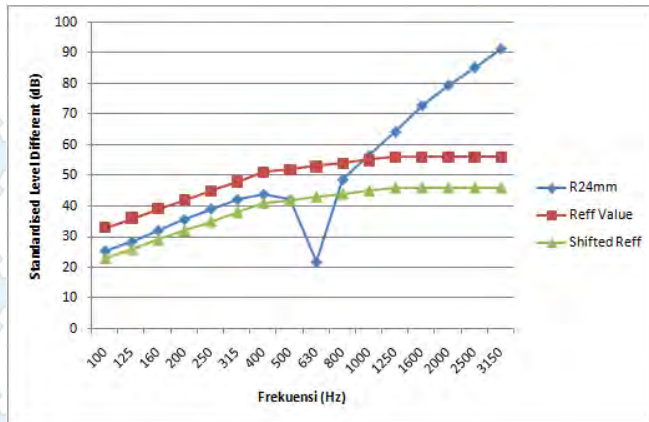
- Modulus Young : 19.2 GPa
- Total *loss factor* : 0.01

Jarak antara kedua panel (*cavity*) adalah sebesar 32 mm. maka dengan perhitungan yang sama akan didapatkan nilai *noise reduction* sebagai berikut:

Tabel 4.8 Nilai *Noise Reduction Fiber Cement Board 24mm*.

Frekuensi (Hz)	R 24mm (dB)
100	25.9
125	28.4
160	32.2
200	35.7
250	39.2
315	42.2
400	43.9
500	42.1
630	21.9
800	48.7
1000	56.4
1250	64.2
1600	72.8
2000	79.4
2500	85.2
3150	91.2

Dengan menggunakan perhitungan yang sama dalam mendapatkan D_{nT} , maka jika di plot dalam bentuk grafik akan terlihat sebagai berikut:



Gambar 4.10 Perbandingan Kurva D_{nT} Terhadap Kurva Referensi.

Dari hasil perhitungan didapatkan bahwa nilai $D_{nTw} + C_{tr}$ dari perancangan pertama ini sebesar 32.3 dB. Hal ini berarti bahwa dinding partisi masih belum optimal dan belum memenuhi standar dimana nilai $D_{nTw} + C_{tr} > 45$ dB.

- b. Material dinding partisi yang kedua adalah *gypsum board* dimana pemilihan material ini dikarenakan mudah ditemukan di pasaran disamping juga bisa digunakan sebagai material insulasi akustik. Perancangan menggunakan material ini sama seperti *fiber cement board*. Tebal dinding partisi tetap seperti kondisi awal yakni 8 cm. Namun yang berbeda adalah ketebalan material dinding partisi dan lebar rongga udara (*cavity*).

- *Gypsum Board* 12.5 mm.

Material ini memiliki karakteristik sebagai berikut:

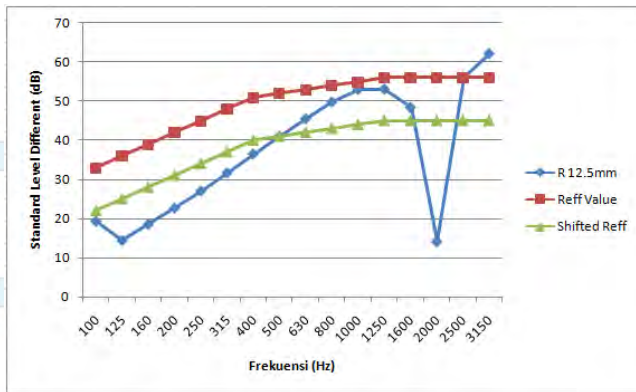
- Massa jenis (*density*) : 2300 kg/m^3
- *Mass per unit area* : 10.3 kg/m^2
- Modulus Young : 14.3 GPa
- Total loss factor : 0.01

Dengan menggunakan perhitungan yang sama dan lebar rongga udara (*cavity*) sebesar 55 mm, maka didapat nilai *noise reduction* dari material ini sebagai berikut:

Tabel 4.9 Nilai *Noise Reduction Gypsum Board* 12.5 mm.

Frekuensi (Hz)	R 12.5mm (dB)
100	19.3
125	14.4
160	18.5
200	22.7
250	27.0
315	31.7
400	36.5
500	41.0
630	45.5
800	49.8
1000	53.0
1250	53.1
1600	48.4
2000	14.0
2500	56.2
3150	62.2

Dengan menggunakan perhitungan yang sama dalam mendapatkan D_{nT} , maka jika di plot dalam bentuk grafik akan terlihat sebagai berikut:



Gambar 4.11 Perbandingan Kurva D_{nT} Terhadap Kurva Referensi.

Dari hasil perhitungan didapatkan bahwa nilai $D_{nTw} + C_{tr}$ dari perancangan pertama ini sebesar 23.9 dB. Hal ini berarti bahwa dinding partisi masih belum optimal dan belum memenuhi standar dimana nilai $D_{nTw} + C_{tr} > 45$ dB.

- *Gypsum Board* 15 mm.

Material ini memiliki karakteristik sebagai berikut:

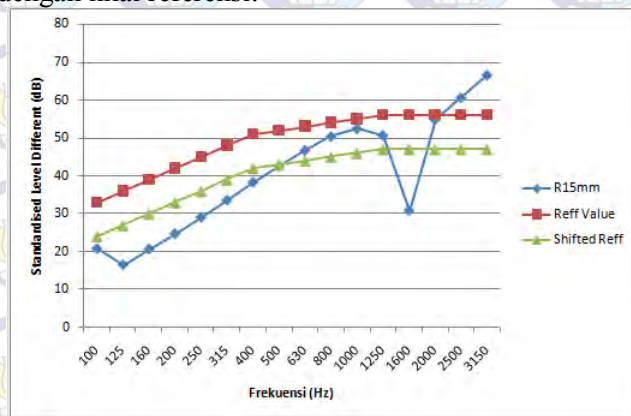
- Massa jenis (*density*) : 2300 kg/m^3
- *Mass per unit area* : 12.2 kg/m^2
- Modulus Young : 14.3 GPa
- Total loss factor : 0.01

Lebar rongga udara (*cavity*) dengan menggunakan material ini adalah sebesar 50 mm. Maka dengan perhitungan yang sama didapatkan nilai *noise reduction*-nya sebagai berikut:

Tabel 4.10 Nilai *Noise Reduction Gypsum Board 15 mm*.

Frekuensi (Hz)	R 15mm (dB)
100	20.7
125	16.5
160	20.6
200	24.7
250	29.0
315	33.6
400	38.3
500	42.6
630	46.8
800	50.5
1000	52.6
1250	50.8
1600	30.8
2000	54.9
2500	60.7
3150	66.7

Berikut adalah grafik perbandingan antara nilai D_{nT} dengan nilai referensi:

**Gambar 4.12** Perbandingan Kurva D_{nT} Terhadap Kurva Referensi.

Dari hasil perhitungan didapatkan bahwa nilai $D_{nTw}+C_{tr}$ dari perancangan pertama ini sebesar 31.63 dB. Hal ini berarti bahwa dinding partisi masih belum optimal dan belum memenuhi standar dimana nilai $D_{nTw}+C_{tr} > 45$ dB.

- *Gypsum Board 25 mm.*

Material ini memiliki karakteristik sebagai berikut:

- Massa jenis (*density*) : 2300 kg/m^3
- *Mass per unit area* : 20.5 kg/m^2
- Modulus Young : 14.3 GPa
- Total *loss factor* : 0.01

Dengan menggunakan perhitungan yang sama dan lebar rongga udara (*cavity*) sebesar 30 mm, maka didapat nilai *noise reduction* dari material ini sebagai berikut:

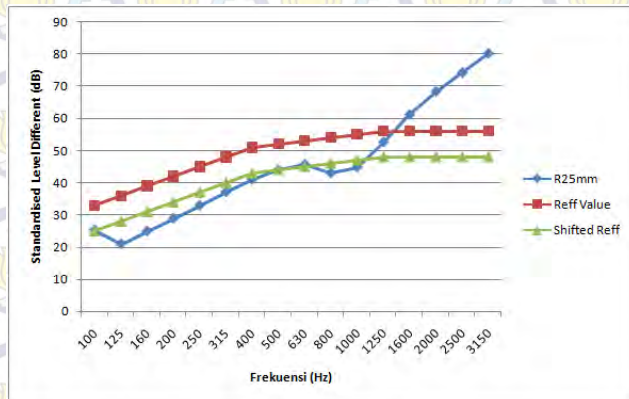
Tabel 4.11 Nilai *Noise Reduction Gypsum Board 25mm.*

Frekuensi (Hz)	R 25mm (dB)
100	25.3
125	20.9
160	24.9
200	28.8
250	32.9
315	37.0
400	41.0
500	44.0
630	45.7
800	42.9
1000	44.8
1250	52.6

Tabel 4.11 Lanjutan

Frekuensi (Hz)	R 25mm (dB)
1600	61.2
2000	68.4
2500	74.2
3150	80.2

Berikut adalah grafik perbandingan antara nilai D_{nT} dengan nilai referensi:



Gambar 4.13 Perbandingan Kurva D_{nT} Terhadap Kurva Referensi.

Dari hasil perhitungan didapatkan bahwa nilai $D_{nTw} + C_{tr}$ dari perancangan pertama ini sebesar 36.2 dB. Hal ini berarti bahwa dinding partisi masih belum optimal dan belum memenuhi standar dimana nilai $D_{nTw} + C_{tr} > 45$ dB.

4.2 Pembahasan

Dengan membandingkan antara perancangan dinding partisi menggunakan *fiber cement board* dengan *gypsum board* dengan variasi lebar *cavity* namun ketebalan dinding partisi tetap yakni 8cm, dapat diambil sebuah kesimpulan bahwa *noise reduction* lebih bagus jika material dinding partisi menggunakan *fiber cement board*. Seperti yang terlihat pada tabel-tabel *noise reduction* di atas, dengan menggunakan *fiber cement board* 8mm memiliki tingkat *noise reduction* yang hampir sama dengan menggunakan *gypsum board* 12.5mm. Sedangkan jika menggunakan material *fiber cement board* 25mm memiliki selisih *noise reduction* sekitar 10 dB lebih kecil pada rentang frekuensi 1/3 oktaf (100 Hz – 3150 Hz) jika dibandingkan dengan menggunakan *gypsum board* 24mm kecuali pada frekuensi 100 Hz yang mana besar *noise reduction*-nya hampir sama yakni sekitar 25 dB. Akan tetapi, setiap material memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing. Massa jenis *fiber cement board* lebih besar daripada *gypsum board*, namun dari sisi kekuatan dan kepadatan *fiber cement board* lebih kuat dan lebih padat. Ketebalan dari dinding partisi diusahakan tetap yakni 8 cm. Hal ini dikarenakan jika ketebalan dinding bertambah maka akan mengurangi luasan dari ruang baca dan laboratorium komputer yang mana pada kedua ruang tersebut sudah tertata peralatan dan barang-barang yang disimpan sebelumnya terlebih lagi ruang komputer yang sudah terdapat sekat-sekat antar ruang partisi didalam laboratorium komputer itu sendiri.

Untuk pengaruh *flanking noise* terhadap bising yang terjadi pada ruang baca, yakni terjadinya perbedaan *noise reduction* antar titik pengukuran yang berjarak 0.5 meter dari dinding selatan dengan titik pengukuran yang berjarak 4 meter dari dinding selatan. Dengan kata lain, bising yang tembus pada ruang baca lebih tinggi pada bagian samping yang berdekatan dengan dinding utara ataupun selatan. Hal ini dikarenakan nilai *noise reduction* nya lebih kecil jika dibandingkan dengan titik pengukuran yang posisinya lebih ke bagian tengah dinding partisi. Dan perbedaan nilai *noise reduction* tertinggi yaitu 14.9

dB pada frekuensi 800 Hz pada titik pengukuran 4m dari dinding selatan dengan titik pengukuran 0.5m dari dinding selatan. Oleh karena itu, pengaruh aspek *flanking* dari kedua ruangan tersebut bisa dikategorikan cukup besar pada frekuensi 600 Hz tersebut namun pada frekuensi lainnya masih bisa dikatakan cukup rendah dengan kondisi pintu dan jendela tertutup dari kedua ruangan. Penjararan *flanking noise* dari labkom kedalam ruang baca salah satunya melewati sambungan kabel dan antara sambungan dinding partisi dengan tembok bagian selatan dan utara yang menghubungkan kedua ruangan tersebut.

Maka dari itu, salah satu cara untuk mengurangi besarnya bising pada ruang baca adalah dengan mengganti material dinding partisi dengan salah satu hasil perancangan yang telah dijabarkan diatas yang mana material *fiber cement board* memiliki nilai *noise reduction* lebih tinggi daripada *gypsum board*. Namun apabila dilihat dari harga pasaran dari kedua material dengan ketebalan yang sama, harga *fiber cement board* per lembarnya lebih mahal.

Hasil dari perancangan yang telah dilakukan adalah berupa nilai insulasi tunggal dari setiap rancangan dinding partisi ($D_{nTw}+C_{tr}$). Dari enam jenis rancangan tersebut, yang menghasilkan nilai insulasi tunggal terbaik adalah perancangan dinding partisi menggunakan *gypsum board* dengan ketebalan masing – masing panelnya adalah 25mm. Besar bilai insulasi tunggalnya ($D_{nTw}+C_{tr}$) adalah 36.2 dB. Rancangan tersebut merupakan rancangan yang paling mendekati dengan nilai standar yang berlaku yakni nilai $D_{nTw}+C_{tr} > 45$ dB. Ada beberapa hal yang menjadikan rancangan tersebut masih jauh dari nilai yang ditentukan. Salah satu fatornya adalah ketebalan dari dinding partisi dimana pada perancangan yang telah dilakukan hanya sebesar 8 cm. Hal ini menyebabkan lebar dari *cavity* atau rongga udara diantara kedua panel menjadi sangat kecil. Selain itu, untuk meningkatkan nilai insulasinya pada *cavity* dapat disisipi *absorber* (bahan penyerap) dimana *absorber* tersebut digunakan untuk meningkatkan *noise reduction* pada frekuensi rendah.



Halaman ini sengaja dikosongkan.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Dinding partisi yang menjadi sekat antara laboratorium komputer dan ruang baca memiliki nilai *noise reduction* yang cukup rendah sehingga bising dari laboratorium komputer ke ruang baca sebagian besar masih tembus.
2. Salah satu cara untuk mengurangi kebisingan yang terjadi pada ruang baca yang dikarenakan bising dari laboratorium komputer adalah dengan mengganti material dinding partisi antara kedua ruangan tersebut.
3. Hasil perancangan dinding partisi yang paling baik dari enam rancangan dinding partisi adalah *gypsum board* 25mm dimana rancangan tersebut memiliki nilai insulasi tunggal ($D_{nTw} + C_{tr}$) sebesar 36.2 dB.
4. Kontribusi *flanking noise* dari laboratorium komputer terhadap terjadinya bising di ruang baca tergolong tinggi yakni maksimal 14.9 dB pada frekuensi 800 Hz dan pada frekuensi 160 Hz.

5.2 Saran

Saran yang bisa diberikan untuk penelitian selanjutnya adalah melakukan perancangan dengan menggunakan material lainnya serta bisa juga ditambahkan *absorber* untuk mengisi rongga udara (*cavity*) atau melakukan variasi terhadap jarak dari kedua panel serata ketebalan dari dinding partisi itu sendiri.



Halaman ini sengaja dikosongkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Andrade, C.A.R. 2005. **Evaluation of Flanking Airborne Sound Transmission Involving Intensity and Vibration Measurement Techniques for In Situ Condition**. Escola Superior de Tecnologia e Gestão, Instituto Politécnico de Bragança. Portugal.
- Setiawan, Moch Fathoni. 2010. **Tingkat Kebisingan pada Perumahan di Perkotaan**. Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang (UNNES) : Semarang.
- Ballagh, K.O. 2004. **Accuracy of Prediction Methods for Sound Transmission Loss**. New Zealand.
- Ellefsen, Jarle. Olafsen, Sigmund. 2010. **Empirical Calculation of Sound Insulation in Lightweight Partition Walls with Separate Steel Studs**. Sydney.
- Rachmawati, Fitri. 2013. **Peningkatan Insulasi Akustik Dari Dinding Partisi Antar Kamar Berdasarkan Nilai Rugi Transmisi Bunyi**. Teknik Fisika FTI ITS : Surabaya.
- Harris, D.J. Knight, Steven. 2007. **Measurement of Airborne Sound Insulation (Separating Walls) at Gwynne Gardens, East Grinstead**. UKAS testing.
- Beranek, L.L. 1957. **Revised criteria for noise in buildings**. Noise Control 3, 19-27.
- Sharp, Ben H. dkk. 1980. **Sound Transmission Through Building Structures – Review and Recommendation for Research**. Arlington, Virginia
- Buchari. 2007. **Kebisingan Industri dan Hearing Conversation Program**. Universitas Sumatera Utara.



LAMPIRAN A

PERANCANGAN DINDING PARTISI

Perancangan 1 *Fiber Cement Board* 8mm

Konstruksi : 8 mm – 64 mm – 8 mm

h	8mm	A	33.354 m ²	d	0.064 m
Modulus Young (Y)	19.2 GPa	Total loss factor	0.01	Massa jenis	1200 kg/m ³
c _o	340 m/s	M	10.4 kg/m ²	Tebal dinding	8 cm
f _o	104.0062868 Hz	f ₁	859.375 Hz	f _c	1992.685842 Hz

Frekuensi (Hz)	R (Single Panel) (f < f _c)	R (Single Panel) (f > f _c)	R (Double Panel)
100	12.82421053	-	19.3612667
125	13.40298625	-	15.86777225
160	14.40246514	-	20.01092941
200	15.49568935	-	24.13557809
250	16.69933813	-	28.48107591
315	18.01374833	-	33.11730722
400	19.39883603	-	37.96247137
500	20.6700433	-	42.44308618
630	21.89803802	-	46.90648651
800	22.95773842	-	51.10087606
1000	23.5567317	-	53.11346341
1250	23.35149422	-	52.70298843
1600	20.52218249	-	47.04436498
2000	-	22.3874474	50.77489481
2500	-	25.29474779	56.58949559
3150	-	28.30586415	62.6117283

FREQ (Hz), 1/3-Octave Band	D _{nT} (dB)	Ref Values (dB)	Diff (dB)	Shifted Ref (-9)	Revised Diff	C _{tr} Spectrum	Diff (dB)	10 ^{(-L-D)/10}						
100	19.36127	33	-13.6387	23.45	4.088733	20	-39.3613	0.000116						
125	15.86777	36	-20.1322	26.45	10.58223	20	-35.8678	0.000259						
160	20.01093	39	-18.9891	29.45	9.439071	18	-38.0109	0.000158						
200	24.13558	42	-17.8644	32.45	8.314422	16	-40.1356	9.69E-05						
250	28.48108	45	-16.5189	35.45	6.968924	15	-43.4811	4.49E-05						
315	33.11731	48	-14.8827	38.45	5.332693	14	-47.1173	1.94E-05						
400	37.96247	51	-13.0375	41.45	3.487529	13	-50.9625	8.01E-06						
500	42.44309	52	-9.55691	42.45	0.006914	12	-54.4431	3.59E-06						
630	46.90649	53	-6.09351	43.45	-3.45649	11	-57.9065	1.62E-06						
800	51.10088	54	-2.89912	44.45	-6.65088	9	-60.1009	9.77E-07						
1000	53.11346	55	-1.88654	45.45	-7.66346	8	-61.1135	7.74E-07						
1250	52.70299	56	-3.29701	46.45	-6.25299	9	-61.703	6.76E-07						
1600	47.04436	56	-8.95564	46.45	-0.59436	10	-57.0444	1.97E-06						
2000	50.77489	56	-5.22511	46.45	-4.32489	11	-61.7749	6.65E-07						
2500	56.5895	56	0.589496	46.45	-10.1395	13	-69.5895	1.1E-07						
3150	62.61173	56	6.611728	46.45	-16.1617	15	-77.6117	1.73E-08						
		Total +	7.2	Total +	48.22	0.000713								
		Total -	-152.98	Total -	-55.24	<table><tr><td>D_{nTw}</td><td>42.45</td></tr><tr><td>C_{tr}</td><td>-10.978</td></tr><tr><td>D_{nTw} + C_{tr}</td><td>31.45</td></tr></table>			D _{nTw}	42.45	C _{tr}	-10.978	D _{nTw} + C _{tr}	31.45
D _{nTw}	42.45													
C _{tr}	-10.978													
D _{nTw} + C _{tr}	31.45													

Perancangan 2 *Fiber Cement Board* 12mm

Konstruksi : 12 mm – 56 mm – 12 mm

h	12 mm	A	33.354 m^2	d	0.056 m
Modulus Young (Y)	19.2 GPa	Total loss factor	0.01	Massa jenis	1200 kg/m^3
c_o	340 m/s	M	15.6 kg/m^2	Tebal dinding	8 cm
f_o	90.7841299 Hz	f_1	982.1428571 Hz	f_c	1328.457228 Hz

Frekuensi (Hz)	R (Single Panel) ($f < f_c$)	R (Single Panel) ($f > f_c$)	R (Double Panel)
100	16.31858318	-	18.6009269
125	16.88181742	-	21.66559565
160	17.8535581	-	25.75327639
200	18.90633244	-	29.79702533
250	20.04579622	-	34.01415315
315	21.25278413	-	38.43553989
400	22.45245694	-	42.90987425
500	23.42998159	-	46.8031238
630	24.12189997	-	50.19437147
800	24.09404092	-	52.21364212
1000	22.33637958	-	50.67275916
1250	12.40686582	-	30.81373164
1600	-	24.76277582	55.52555163
2000	-	27.67007621	61.34015241
2500	-	30.5773766	67.15475319
3150	-	33.58849295	73.1769859

FREQ (Hz), 1/3-Octave Band	D _{nT} (dB)	Ref Values (dB)	Diff (dB)	Shifted Ref (-5)	Revised Diff	C _{tr} Spectrum	Diff (dB)	10 ^{(-L-D)/10}
100	18.60093	33	-14.3991	28	9.399073	20	-38.6009	0.000138
125	21.6656	36	-14.3344	31	9.334404	20	-41.6656	6.81E-05
160	25.75328	39	-13.2467	34	8.246724	18	-43.7533	4.21E-05
200	29.79703	42	-12.203	37	7.202975	16	-45.797	2.63E-05
250	34.01415	45	-10.9858	40	5.985847	15	-49.0142	1.25E-05
315	38.43554	48	-9.56446	43	4.56446	14	-52.4355	5.71E-06
400	42.90987	51	-8.09013	46	3.090126	13	-55.9099	2.56E-06
500	46.80312	52	-5.19688	47	0.196876	12	-58.8031	1.32E-06
630	50.19437	53	-2.80563	48	-2.19437	11	-61.1944	7.6E-07
800	52.21364	54	-1.78636	49	-3.21364	9	-61.2136	7.56E-07
1000	50.67276	55	-4.32724	50	-0.67276	8	-58.6728	1.36E-06
1250	30.81373	56	-25.1863	51	20.18627	9	-39.8137	0.000104
1600	55.52555	56	-0.47445	51	-4.52555	10	-65.5256	2.8E-07
2000	61.34015	56	5.340152	51	-10.3402	11	-72.3402	5.83E-08
2500	67.15475	56	11.15475	51	-16.1548	13	-80.1548	9.65E-09
3150	73.17699	56	17.17699	51	-22.177	15	-88.177	1.52E-09
		Total +	33.67	Total +	68.207	0.000404		
		Total -	-122.6	Total -	-59.28			
						<div><div>D_{nTw}</div><div>C_{tr}</div><div>D_{nTw} + C_{tr}</div></div> <div><div>47</div><div>-13.07</div><div>34</div></div>		

Perancangan 3 Fiber Cement Board 24mm

Konstruksi : 24 mm – 32 mm –24 mm

h	24mm	A	33.354 m^2	d	0.032 m
Modulus Young (Y)	19.2 GPa	Total loss factor	0.01	Massa jenis	1200 kg/m^3
c_o	340 m/s	M	31.2 kg/m^2	Tebal dinding	8 cm
f_o	84.92077756 Hz	f_1	1718.75 Hz	f_c	664.2286 Hz

Frekuensi (Hz)	R (Single Panel) ($f < f_c$)	R (Single Panel) ($f > f_c$)	R (Double Panel)
100	22.18940298	-	25.48180553
125	22.66647023	-	28.37414029
160	23.48187176	-	32.14914274
200	24.30056591	-	35.72473131
250	25.05276465	-	39.16732903
315	25.56316279	-	42.19553621
400	25.38610634	-	43.91641207
500	23.51438041	-	42.11116048
630	12.39079027	-	21.8713911
800	22.18940298	-	48.69061247
1000	-	24.76290658	56.44341351
1250	-	27.67020697	64.19621455
1600	-	30.57750736	72.77301212
2000	-	33.79380645	79.40221368
2500	-	36.70110684	85.21681446
3150	-	39.60840723	91.23904717

FREQ (Hz), 1/3-Octave Band	D _{nT} (dB)	Ref Values (dB)	Diff (dB)	Shifted Ref (-10)	Revised Diff	C _{tr} Spectrum	Diff (dB)	10 ^{(-L-D)/10}
100	25.48181	33	-7.51819	23	-2.48181	20	-45.4818	2.83E-05
125	28.37414	36	-7.62586	26	-2.37414	20	-48.3741	1.45E-05
160	32.14914	39	-6.85086	29	-3.14914	18	-50.1491	9.66E-06
200	35.72473	42	-6.27527	32	-3.72473	16	-51.7247	6.72E-06
250	39.16733	45	-5.83267	35	-4.16733	15	-54.1673	3.83E-06
315	42.19554	48	-5.80446	38	-4.19554	14	-56.1955	2.4E-06
400	43.91641	51	-7.08359	41	-2.91641	13	-56.9164	2.03E-06
500	42.11116	52	-9.88884	42	-0.11116	12	-54.1112	3.88E-06
630	21.87139	53	-31.1286	43	21.12861	11	-32.8714	0.000516
800	48.69061	54	-5.30939	44	-4.69061	9	-57.6906	1.7E-06
1000	56.44341	55	1.443414	45	-11.4434	8	-64.4434	3.59E-07
1250	64.19621	56	8.196215	46	-18.1962	9	-73.1962	4.79E-08
1600	72.77301	56	16.77301	46	-26.773	10	-82.773	5.28E-09
2000	79.40221	56	23.40221	46	-33.4022	11	-90.4022	9.12E-10
2500	85.21681	56	29.21681	46	-39.2168	13	-98.2168	1.51E-10
3150	91.23905	56	35.23905	46	-45.239	15	-106.239	2.38E-11
0.00059								
Total +		114.27	Total +		21.13			
Total -		-93.32	Total -		-202.08			
D _{nTw}		42						
C _{tr}		-9.7						
D _{nTw} + C _{tr}		32.3						

Perancangan 4Gypsum Board 12.5mm

Konstruksi : 12.5 mm – 55 mm –12.5 mm

h	12.5 mm	A	33.354 m ²	d	0.0565m
Modulus Young (Y)	14.3 GPa	Total loss factor	0.01	Massa jenis	2300 kg/m ³
c _o	340 m/s	M	10.3 kg/m ²	Tebal dinding	8 cm
f _o	112.737 Hz	f ₁	1000 Hz	f _c	2045.854 Hz

Frekuensi (Hz)	R (Single Panel) (f<f _c)	R (Single Panel) (f > f _c)	R (Double Panel)
100	12.74141	-	19.27734
125	13.32082	-	14.3871
160	14.32143	-	18.53252
200	15.4163	-	22.66045
250	16.62254	-	27.01113
315	17.94123	-	31.65593
400	19.3336	-	36.51565
500	20.616	-	41.01865
630	21.86344	-	45.52095
800	22.95899	-	49.78703
1000	23.62147	-	53.05019
1250	23.55187	-	53.10373
1600	21.2111	-	48.4222
2000	4.019374	-	14.03875
2500	-	25.09651	56.19301
3150	-	28.10762	62.21525

D

L

-L-D

FREQ (Hz), 1/3-Octave Band	D _{nT} (dB)	Ref Values (dB)	Diff (dB)	Shifted Ref (-10)	Revised Diff	C _{tr} Spectrum	Diff (dB)	10 ^{(-L-D)/10}
100	19.27734	33	-13.7227	22	2.722656	20	-39.2773	0.000118
125	14.3871	36	-21.6129	25	10.6129	20	-34.3871	0.000364
160	18.53252	39	-20.4675	28	9.467481	18	-36.5325	0.000222
200	22.66045	42	-19.3395	31	8.339549	16	-38.6605	0.000136
250	27.01113	45	-17.9889	34	6.988874	15	-42.0111	6.29E-05
315	31.65593	48	-16.3441	37	5.344066	14	-45.6559	2.72E-05
400	36.51565	51	-14.4844	40	3.484355	13	-49.5156	1.12E-05
500	41.01865	52	-10.9813	41	-0.01865	12	-53.0187	4.99E-06
630	45.52095	53	-7.47905	42	-3.52095	11	-56.521	2.23E-06
800	49.78703	54	-4.21297	43	-6.78703	9	-58.787	1.32E-06
1000	53.05019	55	-1.94981	44	-9.05019	8	-61.0502	7.85E-07
1250	53.10373	56	-2.89627	45	-8.10373	9	-62.1037	6.16E-07
1600	48.4222	56	-7.5778	45	-3.4222	10	-58.4222	1.44E-06
2000	14.03875	56	-41.9613	45	30.96125	11	-25.0387	0.003134
2500	56.19301	56	0.193014	45	-11.193	13	-69.193	1.2E-07
3150	62.21525	56	6.215246	45	-17.2152	15	-77.2152	1.9E-08
0.004087608								
		Total +	6.41	Total +	77.92			
		Total -	-201.02	Total -	-59.31			
						D _{nTw}	41	
						C _{tr}	-17.1	
						D _{nTw} + C _{tr}	23.9	

Perancangan 5 Gypsum Board 15mm

Konstruksi : 15 mm – 50 mm –15 mm

h	15 mm	A	33.354 m ²	d	0.050m
Modulus Young (Y)	14.3 GPa	Total loss factor	0.01	Massa jenis	2300 kg/m ³
c _o	340 m/s	M	12.2kg/m ²	Tebal dinding	8 cm
f _o	108.6429 Hz	f ₁	1100 Hz	f _c	1704.879 Hz

Frekuensi (Hz)	R (Single Panel) (f<f _c)	R (Single Panel) (f > f _c)	R (Double Panel)
100	14.20271	-	20.7478
125	14.77694	-	16.47149
160	15.76833	-	20.59847
200	16.8498	-	24.69959
250	18.03486	-	29.00792
315	19.31839	-	33.58238
400	20.6508	-	38.32221
500	21.84022	-	42.63924
630	22.92401	-	46.81422
800	23.71064	-	50.46248
1000	23.80083	-	52.58105
1250	22.38228	-	50.76456
1600	12.42597	-	30.85193
2000	-	24.45145828	54.90292
2500	-	27.35875867	60.71752
3150	-	30.36987502	66.73975

FREQ (Hz), 1/3-Octave Band	D _{nT} (dB)	Ref Values (dB)	Diff (dB)	Shifted Ref (-10)	Revised Diff	C _{tr} Spectrum	Diff (dB)	10 ^{(-L-D)/10}
100	20.7478	33	-12.2522	24	3.252203	20	-40.7478	8.42E-05
125	16.47149	36	-19.5285	27	10.52851	20	-36.4715	0.000225
160	20.59847	39	-18.4015	30	9.401532	18	-38.5985	0.000138
200	24.69959	42	-17.3004	33	8.300407	16	-40.6996	8.51E-05
250	29.00792	45	-15.9921	36	6.992077	15	-44.0079	3.97E-05
315	33.58238	48	-14.4176	39	5.417615	14	-47.5824	1.74E-05
400	38.32221	51	-12.6778	42	3.677793	13	-51.3222	7.38E-06
500	42.63924	52	-9.36076	43	0.360757	12	-54.6392	3.44E-06
630	46.81422	53	-6.18578	44	-2.81422	11	-57.8142	1.65E-06
800	50.46248	54	-3.53752	45	-5.46248	9	-59.4625	1.13E-06
1000	52.58105	55	-2.41895	46	-6.58105	8	-60.5811	8.75E-07
1250	50.76456	56	-5.23544	47	-3.76456	9	-59.7646	1.06E-06
1600	30.85193	56	-25.1481	47	16.14807	10	-40.8519	8.22E-05
2000	54.90292	56	-1.09708	47	-7.90292	11	-65.9029	2.57E-07
2500	60.71752	56	4.717517	47	-13.7175	13	-73.7175	4.25E-08
3150	66.73975	56	10.73975	47	-19.7398	15	-81.7398	6.7E-09
		Total +	15.46	Total +	64.08	0.000688		
		Total -	-163.55	Total -	-59.98	<div><div>D_{nTw}43</div><div>C_{tr}-11.37</div><div>D_{nTw}+C_{tr}31.63</div></div>		

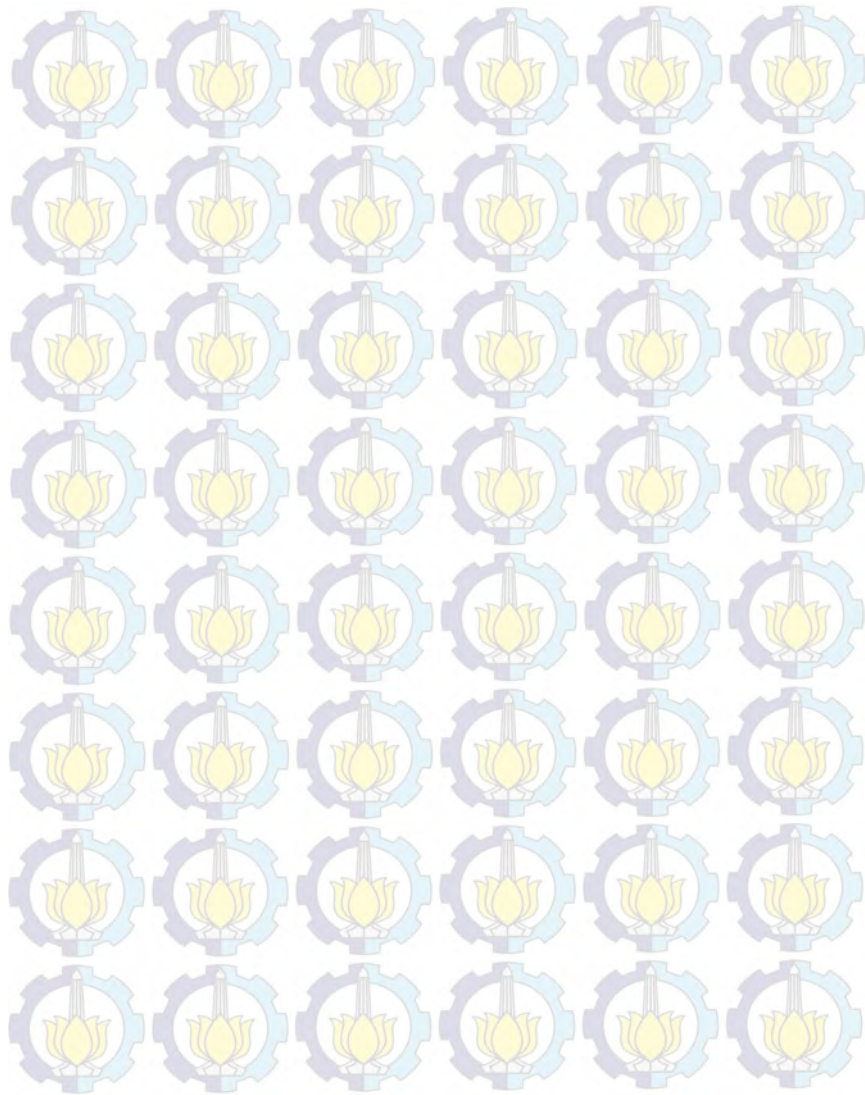
Perancangan 6Gypsum Board 25mm

Konstruksi : 25 mm –30 mm –25 mm

h	25mm	A	33.354 m ²	d	0.030m
Modulus Young (Y)	14.3 GPa	Total loss factor	0.01	Massa jenis	2300 kg/m ³
c _o	340 m/s	M	20.5 kg/m ²	Tebal dinding	8 cm
f _o	108.2004 Hz	f ₁	1833.333 Hz	f _c	1022.927 Hz

Frekuensi (Hz)	R (Single Panel) (f<f _c)	R (Single Panel) (f > f _c)	R (Double Panel)
100	18.65712	-	25.25568
125	19.20096	-	20.88255
160	20.13791	-	24.90065
200	21.13949	-	28.84201
250	22.19661	-	32.89444
315	23.2626	-	37.03384
400	24.2091	-	41.00182
500	24.75791	-	44.03765
630	24.5647	-	45.65864
800	22.16365	-	42.93152
1000	-	22.14692	44.83626
1250	-	25.05422	52.58906
1600	-	28.27052	61.16586
2000	-	31.17782	68.35564
2500	-	34.08512	74.17024
3150	-	37.09623	80.19247

FREQ (Hz), 1/3-Octave Band	D _{nT} (dB)	Ref Values (dB)	Diff (dB)	Shifted Ref (-10)	Revised Diff	C _{tr} Spectrum	Diff (dB)	10 ^{(-L-D)/10}
100	25.25568	33	-7.74432	25	-0.25568	20	-45.2557	2.98E-05
125	20.88255	36	-15.1174	28	7.117448	20	-40.8826	8.16E-05
160	24.90065	39	-14.0994	31	6.099355	18	-42.9006	5.13E-05
200	28.84201	42	-13.158	34	5.157989	16	-44.842	3.28E-05
250	32.89444	45	-12.1056	37	4.105562	15	-47.8944	1.62E-05
315	37.03384	48	-10.9662	40	2.966164	14	-51.0338	7.88E-06
400	41.00182	51	-9.99818	43	1.99818	13	-54.0018	3.98E-06
500	44.03765	52	-7.96235	44	-0.03765	12	-56.0377	2.49E-06
630	45.65864	53	-7.34136	45	-0.65864	11	-56.6586	2.16E-06
800	42.93152	54	-11.0685	46	3.068477	9	-51.9315	6.41E-06
1000	44.83626	55	-10.1637	47	2.163739	8	-52.8363	5.2E-06
1250	52.58906	56	-3.41094	48	-4.58906	9	-61.5891	6.94E-07
1600	61.16586	56	5.16586	48	-13.1659	10	-71.1659	7.65E-08
2000	68.35564	56	12.35564	48	-20.3556	11	-79.3556	1.16E-08
2500	74.17024	56	18.17024	48	-26.1702	13	-87.1702	1.92E-09
3150	80.19247	56	24.19247	48	-32.1925	15	-95.1925	3.03E-10
		Total +	59.88	Total +	32.68	0.000241		
		Total -	-123.14	Total -	-97.43			
						D _{nTw}		44
						C _{tr}		-7.8
						D _{nTw} + C _{tr}		36.2



LAMPIRAN B

NOISE REDUCTION

Noise Reduction 1

Titik Pengukuran dengan sumber *white noise*

Frekuensi (Hz)	Labkom (dB)	Ruang Baca (dB)	NR (dB)
100	56.5	51.933333	4.566667
125	52.23333	48.916667	3.316667
160	53.11667	47.366667	5.75
200	56.2	47.166667	9.033333
250	54.45	45.433333	9.016667
315	52.48333	44.5	7.983333
400	53.28333	47.4	5.883333
500	54.51667	48.4	6.116667
630	56.56667	49.133333	7.433333
800	56.56667	46.95	9.616667
1000	55.35	43.816667	11.53333
1250	54.63333	42.383333	12.25
1600	58.05	41.516667	16.53333
2000	56.85	42.683333	14.16667
2500	53.41667	38.166667	15.25
3150	54.01667	36.783333	17.23333

Noise Reduction 2

Titik Pengukuran dengan sumber *brown noise*

Frekuensi (Hz)	Labkom (dB)	Ruang Baca (dB)	NR (dB)
100	76.08333	69.11667	6.966667
125	74.73333	67.26667	7.466667
160	78.95	67.1	11.85
200	77.71667	66.91667	10.8
250	73.25	61.4	11.85
315	70.03333	56.3	13.73333
400	68.41667	52.88333	15.53333
500	65.58333	51.68333	13.9
630	68.98333	51.95	17.03333
800	67.25	49.65	17.6
1000	64.65	47.9	16.75
1250	62.5	46.6	15.9
1600	63.7	46.11667	17.58333
2000	61.21667	47.63333	13.58333
2500	56.1	42.1	14
3150	54.08333	40.75	13.33333

Noise Reduction 3

Titik Pengukuran dengan sumber *pink noise*

Frekuensi (Hz)	Labkom (dB)	Ruang Baca (dB)	NR (dB)
100	69.53333	63.16667	6.366667
125	66.93333	60.98333	5.95
160	72.53333	63.01667	9.516667
200	73.51667	63.86667	9.65
250	69.36667	59.8	9.566667
315	66.86667	55.65	11.21667
400	67.03333	53.26667	13.76667
500	65.31667	51.83333	13.48333
630	70.36667	52.36667	18
800	68.78333	49.9	18.88333
1000	67.75	48.68333	19.06667
1250	65.63333	47.15	18.48333
1600	68.16667	48.38333	19.78333
2000	66.96667	47.36667	19.6
2500	62.21667	43.15	19.06667
3150	61.88333	41.81667	20.06667

Noise Reduction 4

Titik Pengukuran dengan sumber *grey noise*

Frekuensi (Hz)	Labkom (dB)	Ruang Baca (dB)	NR (dB)
100	68.91667	62.85	6.066667
125	68.78333	61.96667	6.816667
160	74.08333	64.43333	9.65
200	74.05	65.1	8.95
250	71.93333	63	8.933333
315	64.86667	55.61667	9.25
400	59.23333	49.73333	9.5
500	59.88333	50.8	9.083333
630	63.15	50.35	12.8
800	61.9	47.93333	13.96667
1000	61.05	46.9	14.15
1250	58.26667	44.48333	13.78333
1600	58.4	43.1	15.3
2000	57.31667	43.33333	13.98333
2500	53.98333	39.18333	14.8
3150	55.1	38.5	16.6

Noise Reduction 5

Titik Pengukuran dengan sumber *violet noise*

Frekuensi (Hz)	Labkom (dB)	Ruang Baca (dB)	NR (dB)
100	53.85	46.8	7.05
125	47.26667	42.78333	4.483333
160	47.96667	42.85	5.116667
200	47.88333	43.96667	3.916667
250	48.28333	43.36667	4.916667
315	46.93333	43.31667	3.616667
400	50.76667	45.26667	5.5
500	52.43333	46.78333	5.65
630	50.4	47.9	2.5
800	47.36667	43.83333	3.533333
1000	49.76667	45.2	4.566667
1250	49.3	44.9	4.4
1600	53.25	44.15	9.1
2000	55.2	44.78333	10.41667
2500	54.18333	42.35	11.83333
3150	57.7	43	14.7

Noise Reduction 6

Titik Pengukuran dengan sumber *blue noise*

Frekuensi (Hz)	Labkom (dB)	Ruang Baca (dB)	NR (dB)
100	53.91667	45.38333	8.533333
125	48.16667	41.56667	6.6
160	47.71667	43.53333	4.183333
200	47.93333	43.93333	4
250	47.4	43.66667	3.733333
315	48.6	44.08333	4.516667
400	50.81667	46.45	4.366667
500	50.35	46.73333	3.616667
630	53.36667	48.3	5.066667
800	53.65	45.63333	8.016667
1000	55.36667	45.18333	10.18333
1250	54.56667	44.61667	9.95
1600	60.88333	44.75	16.13333
2000	60.61667	44.85	15.76667
2500	58.38333	41.31667	17.06667
3150	60.41667	40.8	19.61667

Titik Pengukuran 1
0.5m dari Dinding Selatan

Frekuensi (Hz)	Labkom (dB)	Ruang Baca (dB)	NR (dB)
100	57.7	52.7	5
125	53.7	51	2.7
160	53.4	48.6	4.8
200	54.8	50.1	4.7
250	55.1	48.2	6.9
315	52	50.6	1.4
400	52.7	51.2	1.5
500	55.9	51.4	4.5
630	55.1	54.7	0.4
800	54.6	52.3	2.3
1000	54.6	46.7	7.9
1250	54.8	46.8	8
1600	57.6	44.7	12.9
2000	56.6	46.4	10.2
2500	53.8	41.6	12.2
3150	54.3	39.5	14.8

Titik Pengukuran 2

2m dari Dinding Selatan

Frekuensi (Hz)	Labkom (dB)	Ruang Baca (dB)	NR (dB)
100	54.6	50.7	3.9
125	52.3	51	1.3
160	55.2	49.4	5.8
200	59.1	49.7	9.4
250	56.7	48.1	8.6
315	57.2	46.5	10.7
400	56.7	51	5.7
500	58.9	52.4	6.5
630	61	53.9	7.1
800	59.8	52.3	7.5
1000	56.9	48.1	8.8
1250	55.8	46.8	9
1600	59.6	45.6	14
2000	58.8	47.4	11.4
2500	55.5	41.9	13.6
3150	55.8	41	14.8

Titik Pengukuran 3

4m dari Dinding Selatan

Frekuensi (Hz)	Labkom (dB)	Ruang Baca (dB)	NR (dB)
100	56.7	55.1	1.6
125	56	47.8	8.2
160	60.4	45.1	15.3
200	62.7	47.3	15.4
250	56.1	44.2	11.9
315	53.9	41.6	12.3
400	55.4	45	10.4
500	58.2	45.3	12.9
630	60.8	45.8	15
800	61.1	43.9	17.2
1000	57.8	40.9	16.9
1250	57.8	39.8	18
1600	60.8	40	20.8
2000	60.2	40.4	19.8
2500	55.6	36.5	19.1
3150	56	35.6	20.4

Titik Pengukuran 4
6m dari Dinding Selatan

Frekuensi (Hz)	Labkom (dB)	Ruang Baca (dB)	NR (dB)
100	55.7	55.4	0.3
125	50.9	50.7	0.2
160	52.5	48.3	4.2
200	59.1	47.2	11.9
250	54.8	43	11.8
315	52.1	39.3	12.8
400	53.3	43.7	9.6
500	55	45.6	9.4
630	57	45.5	11.5
800	57.2	43.7	13.5
1000	55.5	40.9	14.6
1250	54.2	39.5	14.7
1600	57.4	37.8	19.6
2000	55.9	39.1	16.8
2500	52.1	35.3	16.8
3150	53.4	33.9	19.5

Titik Pengukuran 5
8m dari Dinding Selatan

Frekuensi (Hz)	Labkom (dB)	Ruang Baca (dB)	NR (dB)
100	57.1	48.9	8.2
125	47.9	47.4	0.5
160	47.5	43.5	4
200	50.9	41.6	9.3
250	53.6	44.6	9
315	50.6	42.9	7.7
400	51.2	46.3	4.9
500	49.3	45.9	3.4
630	53.7	45.3	8.4
800	54.3	43.5	10.8
1000	53.5	41.8	11.7
1250	52.5	38.9	13.6
1600	55.7	38.6	17.1
2000	54.9	39.4	15.5
2500	51.6	34.1	17.5
3150	52.7	32.7	20

Titik Pengukuran 6
0.5m dari Dinding Utara

Frekuensi (Hz)	Labkom (dB)	Ruang Baca (dB)	NR (dB)
100	57.2	48.8	8.4
125	52.6	45.6	7
160	49.7	49.3	0.4
200	50.6	47.1	3.5
250	50.4	44.5	5.9
315	49.1	46.1	3
400	50.4	47.2	3.2
500	49.8	49.8	0
630	51.8	49.6	2.2
800	52.4	46	6.4
1000	53.8	44.5	9.3
1250	52.7	42.5	10.2
1600	57.2	42.4	14.8
2000	54.7	43.4	11.3
2500	51.9	39.6	12.3
3150	51.9	38	13.9

Perhitungan Selisih Noise Reduction terhadap Titik Pengukuran yang Berdekatan Dengan Dinding Samping

Frekuensi (Hz)	Terhadap titik pengukuran 0.5m dari Selatan (dB)					Terhadap titik pengukuran 0.5m dari Utara (dB)				
	2m	4m	6m	8m	max	2m	4m	6m	8m	max
100	-1.1	-3.4	-4.7	3.2	3.2	-4.5	-6.8	-8.1	-0.2	-0.2
125	-1.4	5.5	-2.5	-2.2	5.5	-5.7	1.2	-6.8	-6.5	1.2
160	1	10.5	-0.6	-0.8	10.5	5.4	14.9	3.8	3.6	14.9
200	4.7	10.7	7.2	4.6	10.7	5.9	11.9	8.4	5.8	11.9
250	1.7	5	4.9	2.1	5	2.7	6	5.9	3.1	6
315	9.3	10.9	11.4	6.3	11.4	7.7	9.3	9.8	4.7	9.8
400	4.2	8.9	8.1	3.4	8.9	2.5	7.2	6.4	1.7	7.2
500	2	8.4	4.9	-1.1	8.4	6.5	12.9	9.4	3.4	12.9
630	6.7	14.6	11.1	8	14.6	4.9	12.8	9.3	6.2	12.8
800	5.2	14.9	11.2	8.5	14.9	1.1	10.8	7.1	4.4	10.8
1000	0.9	9	6.7	3.8	9	-0.5	7.6	5.3	2.4	7.6
1250	1	10	6.7	5.6	10	-1.2	7.8	4.5	3.4	7.8
1600	1.1	7.9	6.7	4.2	7.9	-0.8	6	4.8	2.3	6
2000	1.2	9.6	6.6	5.3	9.6	0.1	8.5	5.5	4.2	8.5
2500	1.4	6.9	4.6	5.3	6.9	1.3	6.8	4.5	5.2	6.8
3150	0	5.6	4.7	5.2	5.6	0.9	6.5	5.6	6.1	6.5

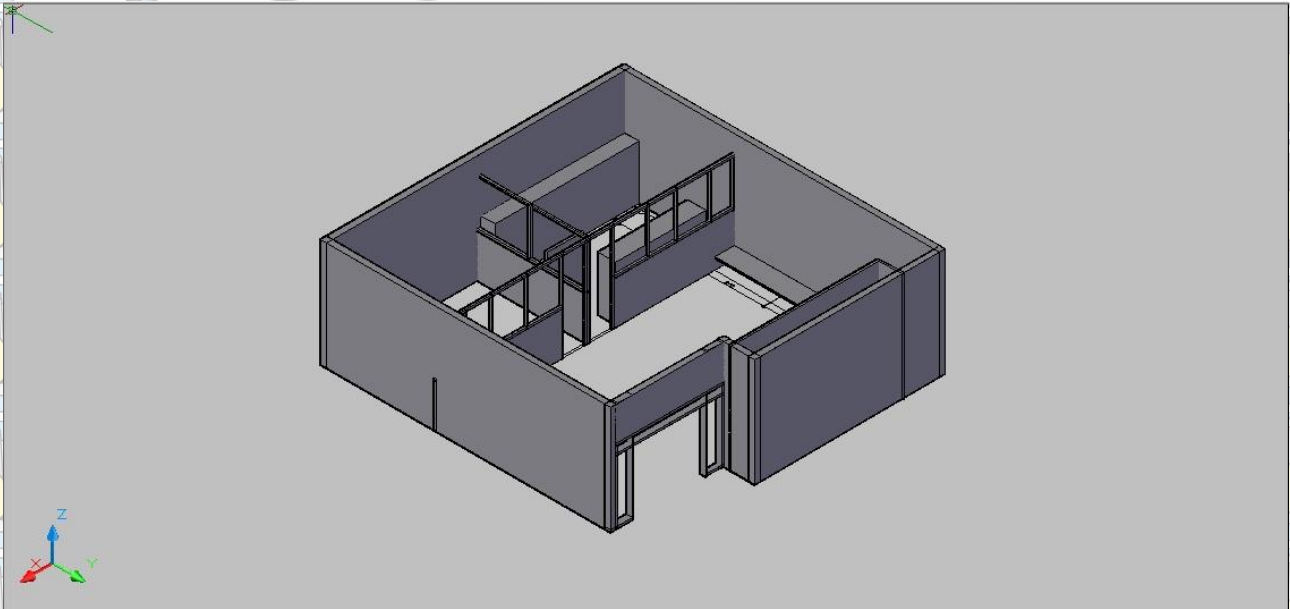
LAMPIRAN C

DENAH LABORATORIUM KOMPUTER DAN TABEL NOISE RATING

Tabel Noise Rating

NR37	64.70	54.20	46.40	40.90	37.00	34.00	31.80	30.10
NR36	63.90	53.30	45.40	39.90	36.00	33.00	30.80	29.00
NR35	63.10	52.40	44.50	38.90	35.00	32.00	29.80	28.00
NR34	62.30	51.50	43.60	37.90	34.00	31.00	28.80	27.00
NR33	61.50	50.70	42.70	36.90	33.00	30.00	27.80	26.00
NR32	60.80	49.80	41.70	36.00	32.00	28.90	26.70	24.90
NR31	60.00	49.00	40.80	35.00	31.00	27.90	25.70	23.90
NR30	59.20	48.10	39.90	34.00	30.00	26.90	24.70	22.90
NR29	58.40	47.20	39.00	33.00	29.00	25.90	23.70	21.90
NR28	57.60	46.30	38.00	32.10	28.00	24.90	22.60	20.80
NR27	56.80	45.50	37.10	31.10	27.00	23.90	21.60	19.80
NR26	56.00	44.60	36.10	30.20	26.00	22.90	20.50	18.70

Desain Denah Labkom Dengan Menggunakan AutoCAD



BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di kota Sampang, Jawa Timur pada tanggal 20 Oktober 1991. Penulis dibesarkan di sebuah kampung bernama Slabayan, Desa Sejati, Kecamatan Camplong Kabupaten Sampang. Pendidikan SD ditempuh di SDN Sejati IV (1997 – 2003). Menempuh pendidikan SMP di SMP Negeri 1 Camplong (2003 – 2006) dan melanjutkan pendidikan menengah atas di SMA Negeri 1 Pamekasan (2006 – 2009). Penulis menempuh perkuliahan di Jurusan Teknik Fisika Fakultas Teknologi Industri ITS Surabaya. Di jurusan Teknik Fisika, penulis mengambil bidang minat Rekayasa Akustik dan Fisika Bangunan pada bagian Akustik Ruang.